

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DOS ALIMENTOS**

**UTILIZAÇÃO DE FARINHA DE CHIA (*Salvia  
hispânica L.*) NA ELABORAÇÃO DE PÃO SEM  
GLÚTEN SEM ADIÇÃO DE GOMA E GORDURA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Katira da Mota Huerta**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

**UTILIZAÇÃO DE FARINHA DE CHIA (*Salvia hispânica*) NA  
ELABORAÇÃO DE PÃO SEM GLÚTEN SEM ADIÇÃO DE  
GOMA E GORDURA**

**Katira da Mota Huerta**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Área de Concentração em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Claudia Severo da Rosa**  
**Co-orientador: Prof. Dr. Ernesto Kubota**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Huerta, Katira da Mota

Utilização de farinha de chia (*Salvia hispânica L.*) na elaboração de pão sem glúten sem adição de goma e gordura / Katira da Mota Huerta.-2015.

117 f.; 30cm

Orientadora: Claudia Severo da Rosa

Coorientador: Ernesto Kubota

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, RS, 2015

1. Doença celíaca 2. Farinha de chia 3. Pão sem glúten  
4. Sem gordura 5. Sem goma I. Rosa, Claudia Severo da  
II. Kubota, Ernesto III. Título.

---

© 2015

Todos os direitos autorais reservados a Katira da Mota Huerta. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: [enghuerta@bol.com.br](mailto:enghuerta@bol.com.br)

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos  
Alimentos**

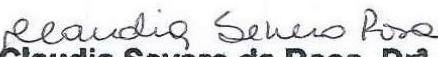
A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação  
de Mestrado

**UTILIZAÇÃO DE FARINHA DE CHIA (*Salvia hispânica*) NA  
ELABORAÇÃO DE PÃO SEM GLÚTEN SEM ADIÇÃO DE GOMA  
E GORDURA**

elaborada por  
**Katira da Mota Huerta**

Como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

  
**Claudia Severo da Rosa, Dr<sup>a</sup>.**  
(Presidente/Orientadora)

  
**Luisa Helena Hecktheuer, Dr<sup>a</sup>.** (UFSM)

  
**Myriam de las Mercedes Salas Mellado, Dr<sup>a</sup>.** (FURG)

Santa Maria, 12 de Março de 2015.

Á minha avó Alzira (*In memorian*), minha santinha,  
exemplo de vida e alegria.

Á minha avó Lourdes, uma guerreira, nos mostra a  
cada dia que obstáculos são apenas barreiras que a vida  
trás para nos deixar mais fortes.

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

Á Deus, por estar sempre comigo, me iluminando e me dando o dom da sabedoria na hora de tomar decisões.

Aos meus pais, Roberto e Janine, que desde sempre estiveram ao meu lado me mostrando o caminho a seguir, agradeço pelo apoio e incentivo, saibam que vocês são à base de tudo, os alicerces que me mantem firme para continuar, obrigada por me ensinarem o maior dos dons, o dom de amar.

A minha irmã Marina pelo companheirismo, disponibilidade e ajuda, agradeço a Deus por possibilitar que minha melhor amiga crescesse comigo. Ao meu irmão Roberto pela amizade e pelas risadas, estarei com vocês sempre.

Ao meu esposo, Randolpho, por ser tão importante na minha vida, por estar ao meu lado nessa caminhada sem medir esforços, agradeço pela compreensão, carinho, paciência e por me incentivar a seguir em frente quando penso em desistir.

A minha orientadora Professora Dr<sup>a</sup> Claudia Severo da Rosa, pela amizade e confiança, por acreditar em mim e me entender todas as vezes que precisei, por me acolher quando cheguei à UFSM e por me apoiar e incentivar a seguir em frente.

Ao meu co-orientador, Professor Dr. Ernesto Hashime Kubota que sempre estive á disposição, enriquecendo o trabalho com suas colaborações.

A professora Dr<sup>a</sup> Luisa Helena Rychcki Hecktheuer que muitas vezes teve a paciência de sentar comigo e me auxiliar com seu conhecimento, com certeza suas sugestões enriqueceram grandemente este trabalho.

A professora Dr<sup>a</sup> Myriam Salas Mellado pela valiosa atenção e disponibilidade. Agradeço pela sua contribuição em minha formação, serviste como um dos exemplos para que eu tenha escolhido esse caminho.

Aos funcionários Marialene, Moisés, Magé, Liana, Marta, Rosângela, Carlos e Lia, os quais desempenharam suas funções da melhor forma possível, me auxiliando sempre que precisei, mais do que profissionais, foram amigos.

A grande amiga e colega de profissão, Renata Trindade, doutoranda no PG-ECA da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), pelas inúmeras vezes que me auxiliou mesmo de longe, esclarecendo minhas dúvidas e clareando minhas ideias.

Aos colegas da pós-graduação que foram amigos de todas as horas, agradeço por todos os momentos em que deixaram suas coisas de lado para me auxiliarem, por todos os conselhos e opiniões que foram de grande valia para a realização deste trabalho. Em especial, as amigas Jamila, Marcela, Greice, Ana

Paula Burin, Amanda, Joseane, Maria Fernanda, Fernanda Franco, Cristiane, Flávia e Alice.

As estagiárias Ariadni Franco e Carol Boeira que estiveram comigo nesses dois anos, agradeço a vocês meninas pelo auxílio, pelas risadas e pela amizade que se formou entre nós, obrigada pelos bons momentos que passamos juntas.

Ao CNPQ e a CAPES pela bolsa de mestrado que tornou possível a realização desta pesquisa.

Por fim, agradeço a todos aqueles que de coração me auxiliaram e que de uma forma ou de outra contribuíram para este trabalho. Agradeço ao incentivo, ao auxílio didático, a paciência, a palavra amiga e as críticas que me ajudaram a crescer e a ver longe.

A todos, o meu muito obrigada!

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos  
Universidade Federal de Santa Maria

### **UTILIZAÇÃO DE FARINHA DE CHIA (*Salvia hispânica*) NA ELABORAÇÃO DE PÃO SEM GLÚTEN SEM ADIÇÃO DE GOMA E GORDURA**

Autora: Katira da Mota Huerta

Orientadora: Claudia Severo da Rosa

Co-orientador: Ernesto Kubota

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 12 de Março de 2015.

A doença celíaca é uma intolerância permanente ao glúten e seu tratamento consiste basicamente na remoção total dessas proteínas da dieta. A chia é um grão altamente nutritivo devido ao seu elevado conteúdo de proteínas, fibra alimentar e ácidos graxos essenciais, em presença de água, ela exsuda um gel transparente mucilaginoso que possui propriedades emulsificantes, isso a torna um excelente ingrediente para ser utilizado como substituto de gorduras e gomas na indústria da panificação. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da farinha de chia (*Salvia hispânica* L.) na qualidade física, microbiológica, nutricional e sensorial de pães sem glúten elaborados sem adição de goma e gordura. Foram realizadas análises de composição química nas farinhas e nos produtos desenvolvidos. Para determinar a qualidade dos pães, foram desenvolvidas análises de volume específico, elevação da massa, perdas por cocção, atividade de água, textura, cor da crosta e miolo. A contagem de bolores e leveduras foi realizada durante cinco dias de estocagem e a aceitabilidade e intenção de compra dos pães foi avaliada através de um teste afetivo com 50 provadores não treinados. A composição centesimal dos pães indica que a farinha de chia quando adicionada a formulação aumenta o valor nutricional e diminui o teor de carboidratos. Todos os parâmetros de textura foram influenciados com a substituição parcial das farinhas de arroz e soja por farinha de chia, a cor dos pães tornou-se mais escura e houve diminuição do volume específico e das perdas ocasionadas durante a cocção. Com relação a análise sensorial, para os pães elaborados sem goma, a formulação que continha 2,5% de farinha de chia em substituição as farinhas de arroz e soja foi a mais aceita com valores próximos a 5, escore representado na escala por “gostei”, já para os pães elaborados sem gordura todos os tratamentos não apresentaram diferença significativa para sabor e textura com relação ao padrão. O tratamento com 2,5% de farinha de chia apresentou intenção de compra semelhante ao padrão para ambos os casos. A adição de farinha de chia na elaboração de pães sem glúten sem goma e gordura resultou em um produto que pode ser uma alternativa de alimento saudável para o consumidor celíaco, porém sugerem-se mais estudos que busquem a melhoria dos parâmetros de textura dos pães.

**Palavras-chave:** Doença celíaca. Farinha de chia. Pão sem glúten. Sem gordura. Sem goma.



## **ABSTRACT**

Master Dissertation  
Graduate Program in Food Science and Technology  
Federal University of Santa Maria

### **THE USE OF CHIA (*hispanic Salvia*) FLOUR ON PREPARATION OF GLUTEN FREE BREAD WITHOUT GUM AND FAT**

AUTHOR: KATIRA DA MOTA HUERTA  
ADVISOR: CLAUDIA SEVERO DA ROSA  
Date and Defense place: Santa Maria, March 12, 2015.

Celiac disease is a permanent intolerance to gluten and its treatment is based in the total removal of these dietary proteins . The chia seed is highly nutritious because of the high content of protein, dietary fiber and essential fatty acids. In presence of water the seed exudes a transparent mucilaginous gel that has emulsifying properties, becoming it an excellent ingredient for use as a substitute for fats and starches in the baking industry. This work aimed to evaluate the effect chia flour (*Salvia Hispánica* L.) in the physical, microbiological, nutritional and sensory gluten-free breads prepared without addition of starch and fat. Chemical composition analysis were carried out at the flour and developed products. To determine the quality of the bread was developed analyzes of specific volume, mass rearing, cooking losses , water activity , texture, crust color and crumb . The count of yeasts and molds was held for five days of storage and the acceptability and purchase intent of the bread was evaluated by an affective test with 50 untrained volunteers. The chemical composition of the bread indicates that the presence of chia flour increases the nutritional value and provides the decrease in carbohydrate content . All the texture parameters were influenced by partial replacement of rice and soybean flour by chia flour. Also the color of the bread became darker and decreased the specific volume and the losses caused during cooking. Regarding sensory analysis, for bread prepared without gum , the formulation containing 2.5% of chia in replacement of rice and soy flour was the most accepted with values close to 5 score on the scale represented by " liked ". On the other hand, for bread prepared without fat all the treatments showed no significant difference for flavor and texture from the standard sample. Also, the treatment with 2.5% of chia flour showed purchase intention similar to the standard for both cases . The addition of chia flour on gluten-free breads without gum and fat resulted in a healthy food product alternative for celiac consumer. However we suggest more studies to improve the bread texture parameters.

**Key-words:** Celiac disease. Chia flour. Gluten-free bread. No fat. No gum.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do glúten: gliadina e glutenina.....	19
Figura 2 - Cultivo da chia no México (a) e Inflorescência da chia (b).....	24
Figura 3 - Sementes de chia (Salvia hispânica) antes (a) e após a formação da mucilagem (b).....	25

### ARTIGO 1

Figura 1. Pães sem glúten elaborados com farinha de chia e sem goma. ....	49
Figura 2. Atividade de água dos pães sem glúten ao longo dos cinco dias de armazenamento. ....	50
Figura 3. Parâmetros de textura dos pães sem glúten com farinha de chia e sem goma. ....	52
Figura 4. Intenção de compra obtida na análise sensorial para todas as formulações de pão sem glúten. ....	61

### ARTIGO 2

Figura 1 - Pães sem glúten elaborados com farinha de chia e sem adição de gordura.....	91
Figura 2 - Atividade de água dos pães sem glúten ao longo dos cinco dias de armazenamento. ....	92
Figura 3 - Parâmetros de textura dos pães sem glúten com farinha de chia e sem adição de gordura.. ....	93
Figura 4 - Intenção de compra obtida na análise sensorial para todas as formulações de pães. ....	98

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

TABELA I - Formulações utilizadas para elaboração dos pães isentos de glúten com farinha de chia e sem goma. ....	31
TABELA II - Composição química das amostras de farinhas de arroz, soja e chia utilizadas na elaboração dos pães sem glúten.....	37
TABELA III - Composição química e valor energético dos pães sem glúten elaborados com farinha de chia e sem goma.....	40
TABELA IV - Resultados de volume específico, perdas por cocção e elevação da massa obtidos para os pães com farinha de chia e sem goma.....	45
TABELA V - Valores de luminosidade (L*) e de coordenadas de cromaticidade (a* e b*) encontradas na crosta e no miolo dos pães com farinha de chia e sem goma.	48
TABELA VI - Contagem de coliformes a 45°C, <i>Bacillus Cereus</i> e <i>Salmonella sp.</i> encontrados nas farinhas de arroz, soja e chia .....	55
TABELA VII - Valores da contagem de coliformes a 45°C, <i>Salmonella sp.</i> e microrganismos aeróbios mesófilos nos pães sem glúten .....	56
TABELA VIII - Valores de contagem de bolores e leveduras encontrados nos pães sem glúten durante os cinco dias de armazenamento em temperatura ambiente (aproximadamente 25°C). ....	58
TABELA IX - Médias das notas atribuídas para as características de cor, aroma, sabor, textura e aparência para as amostras de pães sem glúten com farinha de chia e sem goma. ....	59

### ARTIGO 2

Tabela 1 - Formulações utilizadas para elaboração dos pães isentos de glúten. ....	81
Tabela 2 - Composição química e valor energético dos pães sem glúten elaborados com farinha de chia e sem adição de gordura.....	85
Tabela 3 - Resultados de volume específico, perdas por cocção e elevação da massa obtidos para pães sem glúten com farinha de chia e sem adição de gordura.....	87

Tabela 4 - Valores de luminosidade (L*) e de coordenadas de cromaticidade (a* e b*) encontradas na crosta e no miolo dos pães sem glúten com farinha de chia e sem adição de gordura.....	90
Tabela 5 - Valores da contagem de coliformes a 45°C, <i>Salmonella sp.</i> e microrganismos aeróbios mesófilos nos pães sem glúten. ....	95
Tabela 6 - Valores de contagem de bolores e leveduras encontrados nos pães sem glúten durante os cinco dias de armazenamento em temperatura ambiente (aproximadamente 25°C). ....	96
Tabela 7 - Médias das notas atribuídas para as características de cor, aroma, sabor, textura e aparência para as amostras de pães sem glúten com farinha de chia e sem adição de gordura. ....	97

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- a\* – Variação entre a cor vermelha (+a\*) e a cor verde (-a\*)
- ACELBRA – Associação dos celíacos do Brasil
- ANOVA – Análise de variância
- Aw – Atividade de água
- b\* – Variação entre a cor amarela (+b\*) e a cor azul (-b\*)
- DC – Doença celíaca
- HPMC – Goma Hidroxipropilmetilcelulose
- L\* – Luminosidade, variando de 0 (preto) até 100 (branco)
- UFC – Unidade formadora de colônias

## **LISTA DE APÊNDICES**

Apêndice A - Instrumento para avaliação sensorial .....	117
---	-----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Doença celíaca .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>O glúten na produção de alimentos .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3</b>	<b>Goma na panificação sem glúten .....</b>	<b>20</b>
<b>2.4</b>	<b>A gordura na panificação .....</b>	<b>22</b>
<b>2.5</b>	<b>Chia (<i>Salvia hispânica</i> L.).....</b>	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>ARTIGOS CIENTÍFICOS.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1</b>	<b>ARTIGO 1: EFEITO DA UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE CHIA (<i>Salvia hispânica</i>) NA ELABORAÇÃO DE PÃO SEM GLÚTEN SEM GOMA .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2</b>	<b>ARTIGO 2: EFEITO DA UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE CHIA (<i>Salvia hispânica</i>) NA ELABORAÇÃO DE PÃO SEM GLÚTEN SEM ADIÇÃO DE GORDURA.....</b>	<b>77</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>108</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>110</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>117</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A doença celíaca é causada por uma resistência à digestão de glúten, contido em cereais como trigo, centeio, cevada e triticale, em indivíduos geneticamente predispostos, neste caso, as proteínas do glúten são relativamente resistentes às enzimas digestivas, resultando em derivados peptídeos que podem levar à resposta imunogênica em pessoas que apresentam a doença, podendo se manifestar em qualquer idade, inclusive na fase adulta (SILVA; FURNALETTO, 2010).

Segundo Hoffenberg et al. (2003), a incidência desta doença na população ocidental varia entre 1:50 e 1:300. Estudos realizados pela Associação dos Celíacos do Brasil (ACELBRA) mostram que o maior número de portadores da doença está cadastrado nos estados de São Paulo e Santa Catarina e a incidência é maior em indivíduos com menos de 20 anos de idade (ACELBRA, 2014). A doença celíaca não tem cura e o único tratamento é a restrição alimentar, ou seja, a remoção das proteínas do glúten da dieta por toda a vida do paciente, porém ainda não há muitos alimentos alternativos, o pão é o mais citado pelos celíacos quando estes são questionados sobre qual produto gostariam de encontrar com facilidade (ACELBRA, 2014). Nesse produto a farinha de trigo por ser uma das maiores fontes de glúten é geralmente substituída por farinhas de milho, soja, mandioca e arroz, sendo esta última a que apresenta menores propriedades alergênicas (ORMENESE; CHANG, 2002). Porém, essa substituição provoca alterações nas características sensoriais, modificando o sabor, a textura e a aparência do produto, podendo muitas vezes diminuir também a qualidade nutricional em função dessas farinhas e amidos serem refinados e possuírem baixos teores de micronutrientes e fibra alimentar (ANDRADE, et al., 2011). Logo, a elaboração de novos produtos com a utilização de matérias-primas isentas de glúten e com alto valor nutritivo é fundamental. Por ser uma fonte rica de nutrientes e não conter glúten a farinha de chia torna-se atraente para ser utilizada na elaboração de produtos para celíacos.

A chia (*Salvia hispânica L.*), conhecida também como “salvia espanhola” é uma planta originária das áreas montanhosas do oeste e centro do México, possui alto valor nutritivo, pois contém os ácidos graxos poliinsaturados: ácido alfa-linolênico (18:2n-3, LNA), ômega 3, e ácido linoléico (18:2n-6, LA) ômega-6, proteínas e minerais como ferro, cálcio e potássio, além de grande quantidade de



fibra alimentar (BUENO, et al., 2010; URIBE, et al., 2011; PEREIRA, et al., 2013). Em função de apresentar esses componentes, a chia pode ser benéfica a saúde. Entre os principais benefícios, podem ser mencionados: a diminuição de problemas de constipação intestinal, redução de risco de doenças cardiovasculares e a redução do risco de alguns tipos de câncer (TOMBINI, 2013).

De acordo com Capitanni et al. (2012) as sementes de chia possuem propriedades físico-químicas e funcionais que possibilitam a sua utilização na fabricação de produtos como sobremesas, bebidas, embutidos e pães, pois podem agir como aditivos para o melhoramento de emulsões alimentícias. Assim, existem possibilidades da chia ser utilizada na substituição dos hidrocolóides muitas vezes necessários na elaboração de pães sem glúten para conferir uma melhor estrutura e um maior volume aos produtos de panificação. Borneo; Aguirre e León (2010) verificaram que o gel obtido da mistura de chia com água foi capaz de substituir a adição de gordura e ovos na formulação de bolo até um nível de 25%, mantendo as mesmas características funcionais e sensoriais do produto original. Com relação à formação do gel a chia tem comportamento semelhante à linhaça, estudos relatam que a utilização desse gel pode melhorar a viscosidade da massa, o volume do pão e a vida de prateleira do produto (CARTER, 1993; FIGUEROLA; MUNÓZ; ESTEVEZ, 2008; GARDA, et al., 2012).

Desta forma, essa dissertação teve por objetivo avaliar o efeito da farinha de chia (*Salvia hispânica L.*) na qualidade física, microbiológica, nutricional e sensorial de pães sem glúten desenvolvidos sem adição de goma e gordura.

Os objetivos específicos desse trabalho foram:

- Realizar análises químicas de caracterização das farinhas de chia, arroz e soja;
- Desenvolver formulações de pães sem glúten com e sem adição de gordura com o intuito de verificar o efeito da chia na qualidade nutricional dos pães;
- Desenvolver formulações de pães sem glúten com e sem adição de goma, buscando avaliar o efeito da chia na qualidade tecnológica dos pães;
- Avaliar o efeito da substituição parcial da mistura de farinhas de arroz e soja por diferentes quantidades de farinha de chia nos parâmetros de qualidade dos pães;

- Determinar a vida de prateleira dos pães sem gordura e sem goma através do desenvolvimento de bolores e leveduras e a atividade de água durante a estocagem;
- Avaliar a aceitação sensorial dos pães sem glúten produzidos com diferentes percentuais de chia (sem goma e sem gordura).

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Doença celíaca

A doença celíaca (DC) é uma enteropatia crônica auto-imune que afeta cerca de 1% da população mundial e é ocasionada pela ingestão permanente do glúten, o qual corresponde às proteínas do trigo (gliadinas e gluteninas), do centeio (secalinas) e da cevada (hordeinas). A aveia também pode apresentar glúten devido a possíveis contaminações por outros grãos durante o processamento. (KAGNOFF, 2005; FIGUEIRA, et al., 2011). A DC é caracterizada por um processo de inflamação do intestino delgado, que acaba prejudicando as vilosidades intestinais e como consequência, diminui a área de absorção dos nutrientes, apresentando também uma variedade de outras manifestações clínicas (SILVA; FURNALETTO, 2010).

As taxas de prevalência da DC têm apresentado consideráveis mudanças nas últimas décadas. Antigamente acreditava-se que a DC fosse condição rara e que afetava unicamente os caucasianos. A apresentação típica era de crianças com perda de peso e diarreia. Entretanto, com o desenvolvimento de novos testes sorológicos para o diagnóstico da patologia ficou evidente de que a DC vem sendo subdiagnosticada ao longo dos anos. Houve aumento da frequência do diagnóstico e o reconhecimento das alterações sistêmicas que se apresentam de formas variadas, dependendo da extensão e do grau de comprometimento das lesões (FARO, 2008).

Hoje, se sabe que a DC é um problema mundial de saúde pública devido à sua prevalência, à frequente associação com morbidade variável e não específica e à probabilidade de aparecimento de complicações graves decorrentes da má absorção de nutrientes, principalmente osteoporose e doenças malignas do trato gastroentérico (ARAÚJO, 2008). Acredita-se que a DC é comum e afeta de 1/100 a 1/300 da população adulta na maior parte do mundo (FASANO, et al., 2003). No Brasil ainda há poucas estatísticas, porém em estudos desenvolvidos entre doadores de sangue, Gandolfi et al. (2000) estabeleceram uma prevalência de 1:681, mas ela pode ser errônea com relação a prevalência da população brasileira, visto que a maioria dos indivíduos testados eram homens saudáveis e sem anemia

(sabe-se que a DC atinge na maioria mulheres e a anemia é um dos seus sintomas mais frequentes).

A DC não tem cura e o único tratamento satisfatório para celíacos é a completa remoção do glúten da dieta do paciente, não importando se este apresenta ou não sintomas. Os alimentos que contém glúten são comumente substituídos por outros que não o apresentem na sua composição: milho, arroz, soja, batata e mandioca, desta forma existem possibilidades de haver a recuperação completa da mucosa intestinal do indivíduo. (MELO, et al., 2006; FARO, 2008; CAPRILES; ARÉAS, 2011).

## 2.2 O glúten na produção de alimentos

O glúten é uma substância elástica, aderente, insolúvel em água, responsável pela estrutura dos pães. É constituído por frações de gliadina e de glutenina (Figura 1), que na farinha de trigo representam 85% da fração protéica. É formado pela hidratação dessas proteínas ligadas entre si e a outros componentes macromoleculares, por meio de diferentes tipos de ligações químicas (ARAÚJO, et al., 2009). O trigo é o único cereal que possui glutenina e gliadina em quantidade suficiente para formar o glúten, porém essas proteínas ainda podem ser encontradas em outros cereais como cevada, centeio e aveia, nas formas de hordeína, secalina e avenina, respectivamente.

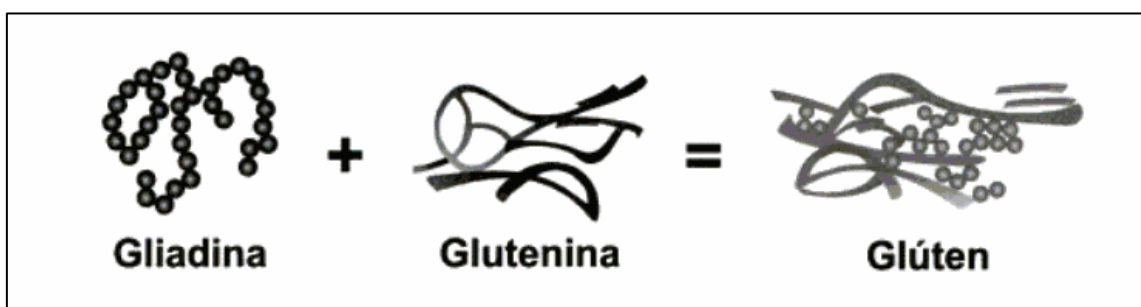


Figura 1 - Estrutura do glúten: gliadina e glutenina.  
 Fonte: ARAÚJO, et al., (2009)

A gliadina e a glutenina são a base da utilização da farinha de trigo na preparação de produtos de panificação, industrialmente ou em domicílio. Isso se deve a funcionalidade dessas proteínas, determinando características importantes na aceitação dos alimentos, afetando significativamente a qualidade sensorial

(ARAÚJO, 2008). A gliadina apresenta cadeia simples, extremamente gomosa quando hidratada, com baixa resistência à extensão sendo, portanto, responsável pela coesividade da massa. A glutenina é formada por várias cadeias ligadas entre si, é elástica, mas não coesiva e fornece à massa a propriedade de resistência à extensão (TEDRUS, et al., 2001).

O glúten confere características tecnológicas de extrema importância ao grão, mas sua ausência estabelece ponto positivo aos portadores da doença celíaca. A Comissão do Codex Alimentarius (Working Group on Prolamin Analysis and Toxicity) estabelece o limite de 20 ppm para que o alimento possa ser considerado “sem glúten” (CODEX ALIMENTARIUS, 2003).

O crescimento e a textura das massas são diretamente influenciados pela presença de glúten, as farinhas que apresentam maior quantidade de glúten são indicadas para a preparação de pães e macarrão, já as que contêm glúten em menor quantidade, são indicadas para fabricação de biscoitos, bolos e massas de pizza, pois na elaboração destes produtos quanto menos glúten tiver mais mole será a massa, o que é conveniente para estas preparações (FARIAS, 2009). A associação dos celíacos do Brasil (ACELBRA) garante que o alimento que os celíacos mais desejam encontrar com facilidade é o pão (47%), seguido de bolachas e biscoitos (21%), macarrão (21%) e pizza (11%) (ACELBRA, 2014).

### **2.3 Goma na panificação sem glúten**

A substituição do glúten em produtos de panificação ainda é um desafio, pois na fabricação do pão comum, o glúten de trigo é o principal ingrediente responsável pela retenção dos gases oriundos da fermentação de leveduras, o que ocasiona o crescimento do pão. Já os pães feitos com farinhas substitutas, como a farinha de arroz que tem sido a mais utilizada quando combinada com farinhas e amidos à base de outros cereais, raramente têm boa aceitação devido às dificuldades de tais farinhas em formarem uma fase contínua e uma massa estruturada quando misturadas com água. Assim, pães sem glúten têm apresentado baixa palatabilidade, baixa elasticidade e vida útil muito curta, além de oferecerem baixos valores de proteína, micronutrientes e fibra alimentar, visto que as farinhas e amidos

utilizados como substituintes da proteína do trigo são na maioria das vezes refinados (THOMPSON, et al., 2005; GARDA, et al., 2012).

Diante disso, muitos estudos buscam ingredientes que forneçam características tecnológicas semelhantes ao glúten, sem ocasionar alterações negativas à qualidade dos produtos e à saúde dos consumidores (PREICHARDT, et al., 2009). Para obter pães com maior volume, melhores características e boa aceitabilidade, pesquisadores têm recorrido ao uso de gorduras, ovos, açúcar e aditivos como gomas e emulsificantes, até agora, estas se mostram as melhores alternativas em razão da capacidade de reter gás que apresentam e propriedades estruturantes que conferem a massa (CLERICI; EL-DASH., 2006; FIGUEIRA, et al., 2011; GARDA, et al., 2012).

As gomas podem ser consideradas moléculas de alto peso molecular com características hidrofílicas ou hidrofóbicas que, usualmente, têm propriedades coloidais com capacidade de produzir géis ao combinar-se com o solvente apropriado. Devido às características emulsificantes, espessantes e geleificantes que apresentam, as gomas são muito utilizadas na indústria alimentícia, principalmente nos setores de panificação. Esses aditivos aumentam a viscosidade da massa e melhoram a capacidade de retenção de gás, gerando produtos com maior volume e miolos com melhores características estruturais e de textura, são capazes de retardar a retrogradação do amido e aumentarem a retenção de umidade afetando positivamente a vida de prateleira do produto. Especificamente na panificação sem glúten, as gomas funcionam como agentes estruturais, conferindo maior estabilidade aos produtos durante a fermentação (MUNHOZ; WEBER; CHANG, 2004; CAPRILES; ARÊAS, 2011; MACHADO, 2012; ANDRADE, 2013).

As gomas podem ser originadas de diversas fontes, são elas: vegetais, animais, microbianas e sintéticas, os derivados químicos da celulose, por exemplo, como CMC (carboximetilcelulose) e HPMC (hidroxipropilmetilcelulose) são muito utilizados na elaboração de produtos panificados (ARMERO; COLLAR, 1998; BÁRCENAS; O-KELLER; ROSEEL, 2009). O HPMC é obtido através da reação entre a celulose (tratada em meio alcalino), cloreto de metileno e óxido propileno, não apresenta cheiro nem sabor, é de natureza não tóxica, possuindo capacidade de incorporar elevadas quantidades de substâncias ativas, tem sido muito utilizado em diferentes áreas em função de sua biodegradabilidade e solubilidade em água, além de ser comestível e apresentar boa propriedade de barreira (TOSATI, 2013). Trabalhos

citam a utilização deste aditivo sozinho ou combinado, onde se obtém boas características de textura, aumento da umidade e do volume específico de pães sem glúten (MOREIRA, 2007; ROSELL; YOKOYAMA; SHOEMAKER, 2011).

Entretanto, pesquisas evidenciam a utilização de ingredientes naturais como alternativa para a obtenção de produtos de panificação sem glúten com características tecnológicas e sensoriais parecidas com as de um produto elaborado com farinha de trigo. Estudos desenvolvidos por Figuerola, et al. (2008) e Carter (1993) mostram que a incorporação do gel de linhaça na formulação de pães comuns (feitos com farinha de trigo) melhora a viscosidade da massa, auxilia na estrutura e estabilidade durante o cozimento e aumenta a absorção de água o que faz com que a vida útil do produto seja prolongada. Segundo Garda, et al. (2012) tanto a goma da linhaça (*Linum usitatissimum L.*) como a goma das sementes de chia (*Salvia hispânica L.*) se formam no contato das sementes com água e possuem propriedades tecnológicas relacionadas a alta capacidade espessante e emulsificante, possuindo características semelhantes a goma arábica. Estes dados apontam possibilidades da utilização de mucilagens destas sementes na elaboração de pães sem glúten com boa aceitabilidade e maior vida útil, além de proporcionar ao indivíduo celíaco um produto alimentício com perfil nutricional saudável, em função de que estes pacientes devem ingerir uma maior quantidade de nutrientes, já que a doença causa um processo inflamatório no intestino delgado que prejudica a absorção de nutrientes como lipídeos, carboidratos, proteínas, ferro, magnésio, zinco e vitaminas lipossolúveis (GOHARA, et al., 2013; PEREIRA, et al., 2013).

#### **2.4 A gordura na panificação**

As gorduras apresentam forte influência na elaboração de pães, principalmente no volume e nas características após o forneamento, garantindo não só uma maior vida de prateleira ao produto, como também um perfil aromático característico. Muitos produtos de panificação exigem uma proporção relativamente grande de gordura. No entanto, na elaboração de bolos, por exemplo, pode-se conseguir uma redução de até 75% deste ingrediente na formulação (STAUFFER, 2007; MACHADO, 2012). Já está comprovado que o tipo e a quantidade de gordura

ingerida pelo homem influenciam no desenvolvimento de doenças crônicas, provocando aumento da preocupação do consumidor quanto a orientações nutricionais e uma forte tendência ao consumo de produtos com teor de gordura reduzido (UTPOTT, 2012).

Na panificação, a gordura possui três funções principais, são elas: prender o ar durante a execução da massa, emulsionar o líquido na formulação e promover suavidade e maciez (BROOKER, 1993). Devido a esses aspectos sensoriais e tecnológicos, surge à necessidade de se encontrar alternativas de substituição da gordura na produção de alimentos que não afetem consideravelmente o sabor, a textura e o volume do produto, interferindo o mínimo nos aspectos sensoriais e paralelamente atribuindo benefícios à saúde do consumidor (MACHADO, 2012).

Os ingredientes utilizados como substitutos de gordura na elaboração de produtos panificados devem desempenhar o mesmo papel da gordura, ou seja, favorecer a aeração, a lubrificação da massa durante a fase de mistura, melhorar a textura do produto final e aumentar o volume do pão (MCGLINCHEY, 1996). Estes podem ser divididos em três grupos principais, ingredientes de base protéica (derivados da proteína do leite, soro e ovos) que são normalmente digeridos pelo organismo; ingredientes da classe dos carboidratos (amidos e maltodextrinas) que também são comumente absorvidos pelo organismo e por último os hidrocolóides (pectina, goma guar, xantana, gelatina, carragena) e as fibras (celulose, hemicelulose, carboximetilcelulose) que não são digeridos pelo trato gastrointestinal (BENASSI, et al., 2001).

A utilização de fibras é muitas vezes aconselhável como substituição de gordura, pois elas ainda apresentam propriedades tecnológicas que possibilitam modificações e melhorias na textura e estabilidade dos produtos durante a produção e armazenamento, dentre algumas funcionalidades destacam-se a ligação com a gordura, formação de gel, ação quelante e de texturização (THEBAUDIN, et al., 1997; REYES-CAUDILLO; TECANTE; VALDÍVIA-LOPEZ, 2008). Muitos estudos mostram que as fibras extraídas de grãos e sementes exibem propriedades fisiológicas e funcionais que as tornam promissoras para utilização na indústria de alimentos e em aplicações para a saúde. Existe grande interesse em novas fontes de fibras que apresentem características semelhantes aos subprodutos de grãos e cereais já utilizados para este fim (VÁZQUEZ-OVANDO, et al., 2009).



## 2.5 Chia (*Salvia hispânica* L.)

*Salvia hispânica* L., conhecida como “chia”, é uma planta herbácea anual, originária das áreas montanhosas do oeste e centro do México (Figura 2). No passado foi utilizada principalmente como alimento e medicamento. Atualmente tem sido empregada na culinária como semente inteira, mucilagem e óleo (OROZCO; ROMERO, 2003; BUENO et al., 2010; MARTÍNEZ, et al., 2012).



Figura 2 - Cultivo da chia no México (a) e Inflorescência da chia (b).  
Fonte: MIGLIAVACCA, et al., (2014)

A chia é uma planta que se destaca como fonte potencial de nutrientes, pois contém grande quantidade de fibra alimentar (18 a 22%) e minerais como cálcio, ferro e potássio. O teor de proteína varia entre 17 a 24%, o qual contém altas quantidades de ácido glutâmico (123g/kg de proteína bruta), arginina (80,6g/kg) e ácido aspártico (61,3g/kg), apresenta também ácidos graxos poliinsaturados como o ácido alfa-linolênico (18:2n-3, LNA), ômega 3, e ácido linoléico (18:2n-6, LA) ômega-6. Segundo estudos, a presença destes ácidos na dieta dos indivíduos propicia uma diminuição na incidência de doenças cardiovasculares, inibem a proliferação de linfócitos e a produção de anticorpos e citocinas pró-inflamatórias; além de manter sob condições normais, as membranas celulares, as funções cerebrais e a transmissão de impulsos nervosos (MARTIN, et al., 2006; SALAZAR-VEJA, et al., 2009; URIBE, et al., 2011; JUNIOR; LEMOS, 2012; PEREIRA, et al., 2013). A semente de chia é apontada ainda como promissora fonte de antioxidantes, em razão da alta quantidade de polifenóis que possui (BORNEO; AGUIRRE; LEÓN, 2010).

Apesar da semente de chia conter alta quantidade de substâncias que podem aumentar o valor nutricional da dieta, ainda não é amplamente utilizada comercialmente, além disso, essas sementes apresentam sabor bem menos acentuado quando comparada a outras fontes ricas em ácidos graxos poliinsaturados como a linhaça e produtos marinhos. Outra característica que faz com que a chia se destaque em relação a outras sementes é o baixo teor de sódio, o que a torna uma ótima opção para a dieta de pessoas com problemas associados à pressão sanguínea elevada (AYERZA, et al., 2002; IXTAINA, et al., 2010).

A chia não contém glúten e quando entra em contato com água libera um gel transparente e mucilaginoso composto basicamente de fibra solúvel (Figura 1), o mesmo apresenta características emulsificantes (BUENO, et al., 2010; UTPOTT, 2012). Alguns estudos demonstram que este composto pode ser utilizado como substituto de gordura e ovo, agindo também como emulsionante em produtos de panificação e embutidos, como resultado tem-se produtos mais saudáveis, nutritivos e com boas características sensoriais (BORNEO, et al., 2010; UTPOTT, 2012; GARDA, et al., 2012). Essa mucilagem é formada essencialmente por xilose, glicose e ácido glicurônico, apresentando grande potencial para ser aplicada em alimentos (SPADA, et al., 2014).

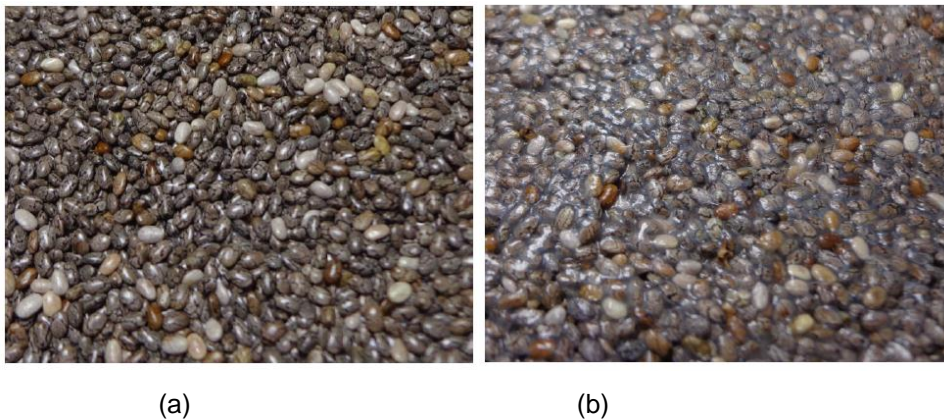


Figura 3 - Sementes de chia (*Salvia hispânica*) antes (a) e após a formação da mucilagem (b).  
Fonte: MIGLIAVACCA, et al., (2014).

### **3 ARTIGOS CIENTÍFICOS**

#### **3.1 ARTIGO 1**

Manuscrito configurado conforme normas exigidas  
pela Revista Cereal Chemistry

## **Efeito da utilização da farinha de chia (*Salvia hispanica*) na elaboração de pão sem glúten sem goma**

Katira da Mota Huerta<sup>1</sup>, Claudia Severo da Rosa<sup>2,3</sup>, Ernesto Hashime Kubota<sup>2</sup>

### **Resumo**

A obtenção de pães isentos de glúten é considerada difícil, sendo necessária a combinação de ingredientes e alterações dos processos tradicionais. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da farinha de chia (*Salvia hispânica L.*) em diferentes proporções na qualidade física, microbiológica, nutricional e sensorial de pães sem glúten elaborados sem goma. Foram elaborados três diferentes formulações de pães com diferentes proporções de farinha de chia (T1- 2,5%, T2- 5% e T3 – 7,5%) e a formulação padrão. O valor nutricional aumentou na maioria dos parâmetros analisados nas formulações com farinha de chia em relação ao padrão. Todos os parâmetros de textura foram influenciados com utilização da farinha de chia. O T1 foi o que apresentou melhores resultados com relação à maioria das análises, acarretando em melhor aceitação sensorial, com valores próximos de 5 representado na escala por “gostei” e intenção de compra de 40% para certamente compraria. A utilização da farinha de chia na proporção de 2,5% de substituição em relação às farinhas comportou-se de maneira similar ao HPMC nas características nutricionais e sensoriais dos pães, revelando-se alternativa satisfatória para a panificação sem glúten.

Palavras-chave: Farinha de chia, pão sem glúten, HPMC, goma, *Salvia hispanica*.

<sup>1</sup>Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS

<sup>2</sup>Professores, Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM;

<sup>3</sup>Autor para correspondência: email: claudiasr37@yahoo.com.br

## 1. Introdução

Os pães são considerados boas fontes de energia e nutrientes para o ser humano, são produtos de elevado consumo geralmente como lanches ou junto às refeições, sendo apreciados pela sua aparência, aroma, sabor, valor e disponibilidade no mercado (BODROŽA-SOLAROV et al 2008; BORGES et al 2011). Comumente os produtos de panificação são elaborados a partir da farinha de trigo, a qual apresenta proteínas capazes de formar uma rede chamada glúten, este fornece a massa propriedades de extensibilidade, elasticidade, viscosidade e retenção de gás contribuindo de modo significativo na aparência e estrutura dos pães (CAPRILES e ARÉAS 2011). Entretanto, algumas pessoas apresentam uma enfermidade digestiva caracterizada pela intolerância permanente a essas proteínas, essa predisposição genética é chamada doença celíaca. Essa doença não tem cura e o único tratamento é a completa remoção do glúten da dieta por toda a vida do paciente, essa doença chega a atingir 1 adulto a cada 474 pessoas (SDEPANIAN et al 1999; SIVARAMAKRISHNAN et al 2004; SILVA 2007).

A elaboração de produtos sem glúten com boas características tecnológicas é considerada difícil, visto que na maioria das vezes é necessário o ajuste de diversos ingredientes e a modificação dos processos convencionais. Em razão de apresentar sabor suave e cor branca, a farinha de arroz é muito aproveitada como substituto do trigo e ingredientes como milho, soja, batata e mandioca também são muito utilizados. Porém, a massa sem glúten não tem capacidade de reter o gás gerado durante a fermentação e o forneamento, resultando em pães com baixo volume específico, miolo firme e

borrachudo, sendo raramente bem aceitos pelo consumidor (CAPRILES e ARÊAS 2011). Por esse motivo, muitas pesquisas vêm sendo realizadas com o intuito de se desenvolver produtos de panificação livres de glúten que apresentem características sensoriais e nutricionais semelhantes aos pães de trigo, já que nessa substituição além de ocorrerem mudanças no sabor, textura e aparência, muitas vezes há a redução das propriedades nutricionais visto que na maioria das vezes as farinhas utilizadas são refinadas, apresentando baixos teores de micronutrientes e fibra alimentar (ANDRADE et al 2011).

Habitualmente recorre-se à adição de ingredientes como gorduras, ovos, açúcares e gomas para promover a melhora das características estruturais e de textura, bem como a vida útil dos pães sem glúten (GARDA et al 2012). Estudos que visem a utilização de matérias-primas livres de glúten e com alto valor nutritivo como o amaranto, a quinoa e mais recentemente a chia já vem sendo desenvolvidos na busca de produtos panificados isentos de glúten com boas características sensoriais e nutricionais (PEREIRA et al 2013).

A chia (*Salvia hispânica* L.) é uma planta herbácea anual originária da região do México que tem se destacado em função de apresentar altos teores de ácidos graxos poli-insaturados, fibra alimentar e proteínas, em presença de água a semente forma um gel transparente mucilaginoso, composto de fibras solúveis, as propriedades da goma formada permitem sua utilização em diversos produtos na indústria de alimentos (SPADA et al 2014). De acordo com Capitanni et al (2012) as sementes de chia possuem propriedades físico-químicas e funcionais que possibilitam a sua utilização na fabricação de produtos como sobremesas, bebidas, embutidos e pães, pois podem agir como aditivos para o melhoramento de emulsões alimentícias. Assim, existem

possibilidades da chia ser utilizada na substituição dos hidrocolóides muitas vezes necessários na elaboração de pães sem glúten para conferir uma melhor estrutura e um maior volume aos produtos de panificação, conferindo também características nutricionais saudáveis aos produtos elaborados.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo elaborar um pão isento de glúten sem adição de goma, verificando o efeito da utilização da farinha de chia (*Salvia hispânica L.*) na qualidade física, nutricional, microbiológica e sensorial dos pães desenvolvidos.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1 Matéria prima**

Os ingredientes utilizados na formulação dos pães isentos de glúten foram: farinha de arroz doada pela empresa Favarin (Santa Maria, RS), farinha de soja Pra vida®, farinha de chia Cia Natural®, sal refinado Cisne®, fermento biológico liofilizado Fleischmann®, margarina light com 38% de lipídios Sadia®, açúcar refinado União®, água e goma HPMC (hidroxipropilmetilcelulose) Genix®. Todos os ingredientes empregados na elaboração dos pães sem glúten (com exceção da farinha de arroz) foram adquiridos no comércio de Santa Maria (RS).

### **2.2 Desenvolvimento das formulações**

Para definição da formulação básica dos pães sem glúten foram realizados pré-testes a partir de formulações já desenvolvidas por Moreira (2007). Foi elaborada uma formulação padrão, a qual não apresentava farinha de chia. Com o intuito de se verificar a ação da farinha de chia como goma

(hidrocolóide presente na formulação padrão), elaborou-se três tratamentos, os quais apresentavam a substituição parcial da mistura de farinhas base (arroz e soja) por farinha de chia nas proporções de 2,5% (tratamento 1), 5,0% (tratamento 2) e 7,5% (tratamento 3), estes não continham em sua formulação a presença do hidrocolóide HPMC. As formulações utilizadas neste estudo são apresentadas na tabela I.

TABELA I

Formulações utilizadas para elaboração dos pães isentos de glúten com farinha de chia e sem goma.

Ingredientes	Padrão (%)	Tratamento 1 (%)	Tratamento 2 (%)	Tratamento 3 (%)
Farinha de arroz	33,83	32,98	32,13	31,28
Farinha de soja	8,44	8,24	8,03	7,82
Farinha de chia*	0,00	1,05	2,11	3,17
Sal refinado	0,85	0,85	0,85	0,85
Açúcar refinado	1,27	1,27	1,27	1,27
Fermento biológico liofilizado	1,69	1,69	1,69	1,69
Goma (HPMC)	0,64	0,00	0,00	0,00
Lipídio (margarina light)	2,54	2,54	2,54	2,54
Água	50,74	50,74	50,74	50,74

Fonte: MOREIRA (2007) com modificações.

\*Teores de substituição das farinhas de arroz e soja por farinha chia: tratamento 1 (1,05% equivale a 2,5% em relação a mistura de farinhas base); tratamento 2 (2,11% equivale a 5,0% em relação a mistura de farinhas base); tratamento 3 (3,17% equivale a 7,5% em relação a mistura de farinhas base).



## **2.3 Processamento dos pães**

Os pães foram elaborados em uma padaria localizada na cidade de Caçapava do Sul (RS), através de um método similar aos utilizados para pães com glúten, chamado de “massa direta”, este método baseia-se na mistura de todos os ingredientes em uma única fase (sem prévia fermentação), esta etapa foi realizada manualmente até se obter uma massa lisa e homogênea (aproximadamente 5 minutos), similar a de um bolo, porém mais firme e consistente. Estipulou-se padronizar o peso da massa crua colocada em cada forma em 116g com a finalidade de diminuir a discrepância de resultados, a massa foi então colocada em formas de igual tamanho (10cm x 6cm x 4,5cm) e deixada em repouso para crescimento por 50 minutos à temperatura ambiente (aproximadamente 25°C), a cocção ocorreu em forno industrial marca Venâncio com temperatura média de 170°C por 25 minutos.

## **2.4 Análises**

### **2.4.1 Composição centesimal**

As farinhas de arroz, soja e chia bem como o produto final foram submetidos às análises de: umidade (nº 934.01), cinzas (nº 923.03), proteínas através da determinação de nitrogênio total pelo método de Kjeldahl (nº 46-13), lipídios por extração com éter de petróleo (nº 945.08) e fibra alimentar pelo método enzimico-gravimétrico (nº 985.29 e 991.42), conforme metodologias descritas na AOAC (2005). O teor de carboidratos não fibrosos foi obtido por diferença das demais frações.

#### **2.4.2 Cálculo do valor energético dos pães**

O cálculo do valor energético total dos pães sem glúten foi realizado através da multiplicação da quantidade em gramas de carboidratos, proteínas e lipídios pela respectiva kcal/g (fatores de Atwater) (MAHAN e SCOTT-STUMP 2002).

#### **2.4.3 Perda por cocção**

Para a determinação da quantidade de perdas que ocorreram nos pães durante a cocção, pesou-se em balança analítica a massa crua e a massa final dos pães após 1 hora de resfriamento, o calculo segue a equação 1 (PHILIPPI 2003).

$$(1) \text{ Perdas na cocção (g): } \text{Peso da massa crua (g)} - \text{Peso final (g)}$$

#### **2.4.4 Elevação da massa**

Para medir esta propriedade, foram usadas formas de mesmo tamanho para assar todas as formulações. Depois de desenformados, os pães foram fatiados em 1,5 cm de largura, mediu-se a altura da fatia com régua, tendo a resposta expressa em cm, seguindo metodologia proposta por Garda et al (2012).

#### **2.4.5 Volume específico**

Esta determinação foi realizada através do método de deslocamento de sementes de painço. Baseia-se na relação entre o volume do pão assado e seu peso, obtido pelo emprego de balança analítica. As amostras foram analisadas

1 hora após a saída do pão do forno, os resultados expressos em mL.g<sup>-1</sup>, calculados através da equação 2 (PIZZINATTO et al 1993; EL-DASH et al 2006).

$$(2) \text{ VE (mL/g) = } \frac{\text{Volume (mL)}}{\text{Peso (g)}}$$

#### **2.4.6 Textura**

A textura do miolo dos pães foi determinada através de um analisador de textura TAX-T2, no qual um probe cilíndrico de 36 mm comprimiu a amostra em 40% do tamanho original, a uma velocidade de 1,7 mm.s<sup>-1</sup>, obtendo-se, assim, os parâmetros de dureza (g), coesividade e mastigabilidade (g) Para a análise, foram utilizadas duas fatias que juntas mediam 2,5cm de espessura (STORCK et al 2009).

#### **2.4.7 Cor da crosta e miolo dos pães**

As análises para determinação da cor foram realizadas em colorímetro (Minolta Chroma Meter CR-300), na crosta e no miolo dos pães, a análise foi efetuada imediatamente após o corte, pois o miolo tende a escurecer um pouco após exposição prolongada ao ambiente (KENT 1987). O experimento seguiu o sistema de cor no espaço L\*a\*b\* ou CIE-L\*a\*b\*, definido pela CIE (comissão internacional de iluminação) em 1976, avaliando os valores L\* (luminosidade), a\* que indica uma tonalidade que vai da verde (-) até a vermelha (+) e b\* indica uma tonalidade que vai do azul (-) até o amarelo (+) (MINOLTA 1994).

#### **2.4.8 Atividade de água**

O teor de água livre foi determinado de acordo com o manual do equipamento Aqualab® o qual tem como princípio a condensação da água em superfície espelhada e fria e detecção por sensor infravermelho. Esta análise foi realizada no miolo dos pães 12 horas após seu processamento (dia 1), 36 horas (dia 2), 60 horas (dia 3), 84 horas (dia 4) até completarem 108 horas após o tratamento térmico (dia 5).

#### **2.4.9 Análises microbiológicas**

Foram realizadas análises microbiológicas tanto nas farinhas quanto nos produtos já desenvolvidos, estas seguiram os padrões estabelecidos pelo Regulamento Técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos – RDC n. 12 (BRASIL 2001). As farinhas de arroz, soja e chia foram analisadas quanto a presença de *Salmonella Sp*, *Bacillus cereus* e contagem de coliformes a 45°C (BRASIL 2003).

A avaliação microbiológica dos pães incluiu a contagem de Coliformes a 45°C, *Salmonella Sp* e bactérias aeróbias mesófilas, sendo estas análises realizadas apenas no dia 1 (BRASIL 2003). Para determinação da quantidade de bolores e leveduras que se desenvolveram nos pães sem glúten durante a estocagem a temperatura ambiente, foi feita a contagem destes microrganismos no dia 1, no dia 2 e assim consecutivamente até completarem cinco dias do processamento (dia 5) segundo APHA (2002).

#### **2.4.10 Análise sensorial**

Foi realizado teste afetivo de aceitabilidade em nível laboratorial onde 50 provadores expressaram sua aceitação por meio de uma escala hedônica estruturada de 7 pontos, variando de 1 - desgostei muitíssimo a 7 - gostei muitíssimo (MOREIRA 2007), sendo avaliados cinco atributos: cor, aroma, textura, sabor e aparência global (Apêndice A). Antes da avaliação os participantes foram instruídos a ler e assinar o termo de Consentimento Livre e Esclarecido declarando-se não alérgicos aos componentes das formulações, permitindo o uso da informação prestada para seu devido fim e também possuidores do direito de desistir de participar a qualquer momento do teste. A avaliação foi realizada em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos do Centro de Ciências Rurais da UFSM. Os pães foram fatiados e uma fatia de cada tratamento foi identificada com números aleatórios de três algarismos e apresentadas de forma monádica aos provadores. Cada participante provou quatro amostras servidas sequencialmente e recebeu ainda um copo com água para limpeza das papilas gustativas entre uma amostra e outra. Este estudo obteve aprovação junto ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria, com protocolo nº 30336014.9.0000.5346.

Um teste de intenção de compra também foi aplicado, com auxílio de uma escala de 5 pontos que variou de 1 – certamente não compraria a 5 - certamente compraria, conforme descrito por Vasconcelos et al (2006).

## 2.5 Análise estatística

As análises foram realizadas em três repetições, sendo estas conduzidas em triplicata. Os resultados foram expressos como média  $\pm$  desvio-padrão e submetidos à análise de variância (ANOVA), as médias foram comparadas entre si através do teste de Tukey, considerando o nível de significância de 95% ( $p < 0,05$ ). Os resultados foram analisados através do programa Statistica versão 7.0.

## 3. Resultados e discussão

### 3.1 Composição química das farinhas de arroz, soja e chia

Os resultados da composição química das farinhas adicionadas à formulação dos pães podem ser visualizados na tabela II.

TABELA II

Composição química das amostras de farinhas de arroz, soja e chia utilizadas

Amostras de farinhas	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Fibra alimentar total (%)
Arroz	9,08 $\pm$ 0,33	0,43 $\pm$ 0,02	10,77 $\pm$ 0,67	1,03 $\pm$ 0,02	2,49 $\pm$ 0,22
Soja	5,13 $\pm$ 0,89	4,51 $\pm$ 0,14	36,35 $\pm$ 0,75	22,61 $\pm$ 0,38	21,91 $\pm$ 1,10
Chia	6,49 $\pm$ 0,11	5,07 $\pm$ 0,04	21,22 $\pm$ 0,20	19,62 $\pm$ 1,36	53,80 $\pm$ 0,77

na elaboração dos pães sem glúten.

Valores em base úmida apresentados como média $\pm$ desvio-padrão.

Os teores de umidade das três amostras encontram-se dentro do limite exigido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (1978), a qual permite o máximo de 15% de umidade para farinhas.

A farinha de chia se destacou quanto aos teores de fibra alimentar (53,80%) e cinzas (5,07%), seguida da farinha de soja. A farinha de arroz apresentou os menores resultados para a maioria das frações, com exceção do teor de umidade, mostrando-se nutricionalmente inferior as demais. Resultados semelhantes foram encontrados por Borges et al (2003) ao avaliarem a composição média da farinha de arroz, os autores justificam os baixos teores de cinzas, lipídios e fibra alimentar em função dessa matéria-prima ser elaborada a partir de um produto polido basicamente constituído de endosperma amiláceo.

O alto teor de fibra alimentar total encontrado na farinha de chia é semelhante aos resultados descritos por Vásquez-Ovando et al (2009) que ao avaliarem a farinha de chia seca e desengordurada encontraram 29,56% para a fibra bruta e 56,46% para fibra alimentar total, onde 53,45% eram insolúveis e 3,01% fibras solúveis, logo os autores sugerem a utilização da chia na elaboração de produtos processados, isso porque além de poder melhorar as características nutricionais e sensoriais do produto, a presença das fibras está ligada a sensação de saciedade, uma vez que ao absorver água ocupa maior espaço no estômago, promovendo também o bom funcionamento do intestino.

O elevado teor de cinzas encontrado na farinha de chia indica a possibilidade da presença de uma quantidade significativa de minerais, de acordo com Migliavacca et al (2014) as sementes de chia podem ser consideradas fontes de minerais como cálcio, fósforo, potássio, zinco, magnésio e cobre, já com relação ao sódio apresenta baixas quantidades,

tornando-se opção excelente de alimento para as pessoas que sofrem de hipertensão e necessitam de uma dieta com baixos níveis desse mineral.

Os maiores valores de proteínas e lipídios foram encontrados para a farinha de soja (36,35 e 22,61% respectivamente), resultados semelhantes foram obtidos em estudos desenvolvidos por Silva et al (2012) para farinha de soja integral onde encontraram 35,53% de proteínas e 25,60% de lipídios. Em relação a essas frações, a farinha de chia apresentou resultados menores, porém satisfatórios, o percentual de lipídios encontrado para esta farinha foi de 19,62%, já a fração proteica obtida foi de 21,22%. De acordo com Migliavacca et al (2014) os teores de lipídios na semente de chia podem chegar a 33%, enquanto os valores de proteína variam entre 15 a 25%, essas variações devem-se a vários fatores como área de cultivo da planta, mudanças climáticas, disponibilidade de nutrientes e até as condições do solo, por exemplo, nas altas altitudes ocorre um aumento na saturação dos ácidos graxos enquanto o teor de proteínas diminui a medida que a temperatura aumenta. Entre os principais componentes da fração lipídica da semente de chia estão o ácido linoleico (ômega-6) e o  $\alpha$ -linolênico (ômega-3), ácidos graxos poli-insaturados importantes para a saúde humana por reduzirem os riscos de doenças cardiovasculares.

## **3.2 Avaliação da qualidade dos pães sem glúten**

### **3.2.1 Composição centesimal e valor energético dos pães**

A tabela III apresenta os resultados obtidos para a composição centesimal dos pães sem glúten, bem como o valor energético calculado para todas as formulações.



TABELA III

Composição química e valor energético dos pães sem glúten elaborados com

	Padrão (%)	Tratamento 1 (%)	Tratamento 2 (%)	Tratamento 3 (%)
Umidade	48,42±0,03 <sup>b</sup>	48,48±1,24 <sup>b</sup>	52,19±0,02 <sup>a</sup>	52,01±0,04 <sup>a</sup>
Cinzas	2,06±0,01 <sup>b</sup>	2,45 ±0,06 <sup>a</sup>	2,38±0,10 <sup>a</sup>	2,44 ±0,04 <sup>a</sup>
Proteínas	12,12±0,17 <sup>c</sup>	13,23±0,29 <sup>b</sup>	14,42±0,34 <sup>a</sup>	14,44±0,36 <sup>a</sup>
Lipídios	3,33±0,08 <sup>b</sup>	3,56±0,01 <sup>a,b</sup>	3,54±0,19 <sup>a,b</sup>	3,66±0,05 <sup>a</sup>
Fibra alimentar total	6,83±1,21 <sup>b</sup>	6,12±0,93 <sup>b</sup>	9,01±0,66 <sup>a</sup>	8,45±0,30 <sup>a</sup>
Fibra Insolúvel	5,59±1,28 <sup>a,b</sup>	4,90±0,60 <sup>b</sup>	7,36±0,91 <sup>a</sup>	7,05±0,60 <sup>a</sup>
Fibra solúvel	1,24±0,18 <sup>a</sup>	1,22±0,33 <sup>a</sup>	1,65±0,42 <sup>a</sup>	1,40±0,56 <sup>a</sup>
Carboidratos disponíveis <sup>1</sup>	27,25	26,17	18,45	19,00
Valor energético* (Kcal/100g)	187,45	189,64	163,34	166,67

farinha de chia e sem goma.

Valores em base úmida

<sup>1</sup> calculados por diferença [100-(umidade + cinzas + proteína + lipídios + fibra total)].

\*Calculado através dos Fatores de Atwater

\*\* Padrão: com HPMC; Tratamento 1: 2,5% de farinha de chia; Tratamento 2: 5,0% de farinha de chia; Tratamento 3: 7,5% de farinha de chia.

Letras diferentes nas linhas diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A partir dos resultados apresentados na tabela III pode-se perceber que a substituição da goma através da substituição parcial da mistura de farinhas base (arroz e soja) por farinha de chia proporcionou pães com valor nutricional mais elevado, já que a maioria dos parâmetros analisados aumentou quando comparado ao pão padrão.

O teor de umidade foi maior para os pães com 5,0% e 7,5% de farinha de chia, não apresentando diferença significativa entre si, isso porque de acordo com a literatura, a semente de chia apresenta grande quantidade de mucilagem, que é uma secreção rica em polissacáridos, responsáveis pela retenção da água pelas sementes, contribuindo para o seu aumento de volume quando inseridas em meio aquoso. Essa mucilagem permite a chia a capacidade de absorver até 12 vezes o seu peso de água. Quando comparada a farinha de linhaça, a chia tem poder de absorção de água 5 vezes maior, autores citam ainda que a alta capacidade de retenção de água e capacidade de formação de gel da chia deve-se a quantidade de fibras solúveis que a mesma apresenta (GARDA et al 2012; MUÑOZ et al 2012; PEREIRA et al 2013). Pereira et al (2013) ao avaliarem pães de batata isentos de glúten enriquecidos com chia encontraram para formulações com 25 e 50% de farinha de chia, teores de umidade de 50,45 e 50,27 respectivamente, resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Os teores de cinzas, proteínas e lipídios também foram maiores para os tratamentos 1, 2 e 3 não apresentando diferença significativa entre si, com exceção do teor proteico encontrado para o tratamento 1, o qual diferiu dos

demais. Com relação ao teor de lipídios, os tratamentos 1 e 2 apresentaram-se numericamente maiores, sendo apenas o tratamento 3 diferente do padrão. De acordo com a literatura, a chia pode ser considerada uma boa fonte de proteínas, já que apresenta teores maiores do que algumas culturas tradicionais como milho, arroz e aveia (WEBER et al 1991; AYERZA e COATES 2005), o que justifica o aumento do conteúdo proteico a medida que aumenta a quantidade de farinha de chia nas formulações. O aumento no teor de lipídios neste estudo também pode ser visto como um fator positivo já que a chia é rica em ácidos graxos poli-insaturados, estudos desenvolvidos por Ayerza e Coates (2004) e Segura-Campos et al (2012) demonstram que o ácido graxo em maior quantidade (cerca de 60%) na composição lipídica da semente de chia é o  $\alpha$ -linolênico ( $\omega$ 3), o que torna os resultados ainda mais promissores já que este ácido graxo não é sintetizado e deve ser consumido na dieta em função de ser essencial ao bom funcionamento do organismo humano.

Os pães com 5,0% e 7,5% de farinha de chia diferenciaram-se dos demais com relação ao teor de fibra alimentar total. Os resultados obtidos neste estudo foram maiores do que os encontrados por Vasconcelos et al (2006) ao avaliarem a adição de farinha de soja nos níveis de 5%, 10% e 15% e farelo de aveia (6% para todas as formulações) como fibra alimentar em pães de forma, os valores encontrados por estes autores variaram entre 5,70 e 5,96%. De acordo com a Agência Nacional de vigilância Sanitária (ANVISA 2012) para um alimento ser denominado como fonte de fibras deve conter no mínimo 2,5g por porção, logo para ser incluído na classe de alimentos com alto conteúdo de fibras o teor mínimo exigido é de 5g por porção do alimento.

Considerando que no caso do pão a porção estipulada é de 50g e tendo como base esses parâmetros, é possível afirmar que todos os pães elaborados neste estudo podem ser considerados alimentos fontes de fibra alimentar.

Os teores de fibra insolúvel dos pães com 5,0% e 7,5% de farinha de chia não diferiram estatisticamente do valor obtido para o padrão, deve-se considerar que este apesar de não possuir farinha de chia, apresentava a goma HPMC, o que pode influenciar significativamente no valor encontrado, já que o HPMC é um polímero derivado da celulose que apresenta a possibilidade de formar gel em meio aquoso, devido à presença de fibras (FAHS 2010; DIKEMAN e FAHEY, 2006). Com relação aos teores de fibras solúveis, os tratamentos com maiores percentuais de farinha de chia (2 e 3) apresentaram resultados numericamente maiores, mas sem apresentar diferença significativa dos demais. De acordo com Elleuch et al (2011), a fração solúvel confere maior viscosidade e capacidade de formar géis, podendo atuar como emulsificante, sem alterar a textura e o gosto do alimento, sendo assim, apresenta maior facilidade para ser incorporada em alimentos processados, além disso apresentam efeitos acentuados à saúde, tais como o controle da glicemia, a diminuição do colesterol, além da prevenção do câncer e contribuição com a sensação de saciedade (FRUET et al 2014).

Com acréscimo da farinha de chia houve diminuição no teor de carboidratos e conseqüentemente no valor energético dos pães, isso porque houve a substituição parcial principalmente da farinha de arroz que é rica em amido por farinha de chia que tem baixos teores de carboidratos digeríveis. Resultados semelhantes foram encontrados por Pereira et al (2013) ao

elaborar pães de batata isentos de glúten enriquecidos com farinha de chia. Pode-se dizer que a substituição parcial da mistura de farinhas base (arroz e soja) por farinha de chia contribuiu para a elaboração de um produto com valor nutricional agregado, já que o pão na maioria das vezes por ser composto basicamente de carboidrato torna-se um alimento pobre em termos nutricionais.

### **3.2.2 Parâmetros físicos dos pães**

#### **3.2.2.1 Volume específico, elevação da massa e perda por cocção**

O volume específico assim como a elevação da massa são medidas importantes para se verificar a capacidade da farinha de reter o gás no interior da massa e conseqüentemente proporcionar o crescimento dos pães. Já perda por cocção é uma medida que demonstra a capacidade da massa em reter água durante o forneamento (GARDA et al 2012; STORCK et al 2009). Na tabela IV, pode-se observar a influência da farinha de chia no volume específico, na perda por cocção e na elevação da massa dos pães sem glúten.

Os resultados de volume específico encontrados para os pães com farinha de chia não apresentaram diferença significativa entre si mostrando que o aumento na proporção da farinha de chia nos pães não influenciou este parâmetro, porém o resultado obtido para a formulação padrão (com HPMC) foi significativamente maior em relação aos tratamentos com farinha chia, com exceção do pão com 2,5% de farinha de chia, que apresentava menor teor de substituição.

TABELA IV

Resultados de volume específico, perdas por cocção e elevação da massa obtidos para os pães com farinha de chia e sem goma.

Tratamento*	Volume específico (mL/g)	Perda por cocção (g)	Elevação da massa (cm)
Padrão	2,61±0,22 <sup>a</sup>	17,23±0,39 <sup>a</sup>	4,12±0,16 <sup>a</sup>
1	2,32±0,05 <sup>a,b</sup>	17,69±0,29 <sup>a</sup>	3,57±0,05 <sup>b,c</sup>
2	2,13±0,20 <sup>b</sup>	14,60±0,29 <sup>b</sup>	3,83±0,10 <sup>a,b</sup>
3	1,95±0,12 <sup>b</sup>	14,43±0,57 <sup>b</sup>	3,37±0,12 <sup>c</sup>

Letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

\* Padrão: com HPMC; Tratamento 1: 2,5% de farinha de chia; Tratamento 2: 5,0% de farinha de chia; Tratamento 3: 7,5% de farinha de chia.

Os pães sem glúten já apresentam dificuldades no desenvolvimento da massa, isso em função de não conterem a rede de glúten que garante a expansão através do aprisionamento do gás formado pela fermentação, e quando são adicionados de farinhas ricas em fibra, as quais não apresentam qualidade panificável podem apresentar volumes ainda mais reduzidos devido ao aumento da resistência da massa frente às células de gás (MOREIRA 2007; GILL et al 2002; VAN VLIET et al 1992). De acordo com Katina et al (2006) a adição de fibras em produtos de panificação é considerado um benefício, porém muitas vezes pode causar problemas na qualidade tecnológica dos pães, diminuindo o volume e a elasticidade do miolo.

Neste estudo, o volume específico dos pães com 5 e 7,5% de farinha de chia (2,13 e 1,95 mL/g respectivamente) não alcançaram o mesmo volume do pão elaborado com a goma (2,61mL/g), porém se mostraram semelhantes aos resultados encontrados por Clerici e El-Dash (2006), onde ao estudarem pães sem glúten elaborados com farinha extrusada de arroz, encontraram volumes que variaram entre 1,71 a 2,35mL/g. Resultados similares também foram encontrados por Rocha e Santiago (2009) ao avaliarem pães de trigo com adição de 25, 50 e 75% de casca e polpa de baru como incremento de fibras, os resultados destes autores variam entre 1,76 e 2,5mL/g.

A elevação da massa se comportou de forma semelhante ao volume específico, os tratamentos que continham farinha de chia em sua formulação apresentaram resultados menores, o maior valor foi obtido para o tratamento com HPMC (4,12cm) e o menor para o tratamento com 7,5% de farinha de chia (3,37cm). Autores sugerem que a utilização do HPMC na elaboração de pães sem glúten pode aumentar o tamanho dos pães, isso ocorre pela capacidade de absorção de água desta goma e liberação da mesma quando os pães são submetidos à cocção, já as cadeias menos hidratadas tornam-se mais associadas formando uma rede entre as moléculas de HPMC, essa interação também confere força para a massa do pão expandir-se nas fases iniciais do cozimento, conseqüentemente a perda de gás se reduz aumentando o crescimento dos pães (BELL 1990; HAQUE; MORRIS 1993; RAMOS 2013).

As perdas durante a cocção devem-se a evaporação de líquidos, principalmente a água. Os tratamentos 2 e 3 (5,0 e 7,5% de farinha de chia) apresentaram os menores valores, diferindo significativamente dos resultados

obtidos para os pães padrão e com 2,5% de farinha de chia, os quais mostraram menor habilidade em reter água durante o processamento, confirmando os menores teores de umidade encontrados na composição química dos mesmos. Resultados semelhantes foram encontrados por Garda et al (2012), ao elaborarem pães sem glúten com farinha de arroz, fécula de mandioca e amido de milho e substituírem essas farinhas por uma mistura de chia e linhaça (3% para cada semente), os autores encontraram um maior teor de perdas na cocção para a formulação padrão em comparação a formulação elaborada com a substituição das farinhas, os mesmos sugerem que este resultado deve-se a ação da mucilagem das sementes na massa, proporcionando uma maior retenção de água e menor perda durante o cozimento, semelhante ao que ocorreu no presente estudo.

### **3.2.2.2 Cor da crosta e do miolo dos pães**

A cor da crosta dos pães é diretamente influenciada pela reação de Maillard que ocorre durante o cozimento, ela deve-se também a caramelização dos açúcares em altas temperaturas, essas reações são geralmente responsáveis pela cor dourada do pão. Já a cor do miolo é diretamente afetada pelas características da farinha, assim como pela granulidade da massa, quanto mais fina mais brilhante será a cor (EL DASH et al 1982; QUAGLIA 1991; FERREIRA et al 2001). Na tabela V estão demonstrados os valores de cor encontrados na crosta e no miolo dos pães sem glúten elaborados com farinha de chia e sem goma.



TABELA V

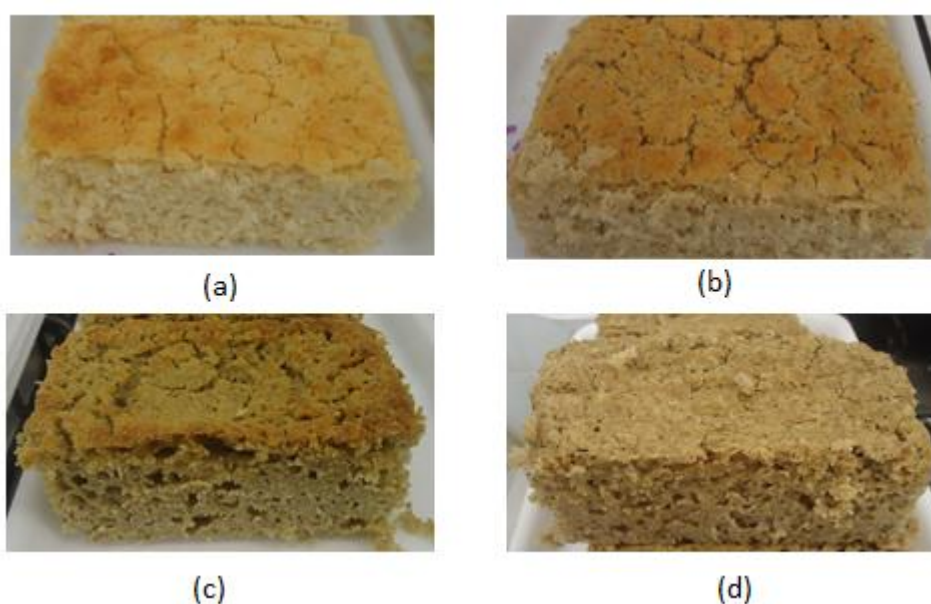
Valores de luminosidade ( $L^*$ ) e de coordenadas de cromaticidade ( $a^*$  e  $b^*$ ) encontradas na crosta e no miolo dos pães com farinha de chia e sem goma.

**	Cor da crosta			Cor do miolo		
	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$L^*$	$a^*$	$b^*$
Padrão	67,0±2,31 <sup>a</sup>	8,11±1,55 <sup>b</sup>	37,4±0,63 <sup>a</sup>	80,41±1,76 <sup>a</sup>	0,80±0,05 <sup>d</sup>	27,16±0,46 <sup>a</sup>
1	53,7±1,37 <sup>b</sup>	12,91±0,66 <sup>a,c</sup>	33,6±0,40 <sup>b</sup>	69,27±1,53 <sup>b</sup>	1,97±0,09 <sup>c</sup>	21,33±0,21 <sup>b</sup>
2	50,5±2,14 <sup>b</sup>	13,56±0,78 <sup>a</sup>	31,8±0,79 <sup>c</sup>	64,30±0,26 <sup>c</sup>	2,59±0,08 <sup>b</sup>	20,02±0,33 <sup>c</sup>
3	49,3±2,08 <sup>b</sup>	10,23±1,59 <sup>b,c</sup>	27,1±0,24 <sup>d</sup>	59,71±0,77 <sup>d</sup>	3,05±0,09 <sup>a</sup>	18,23±0,28 <sup>d</sup>

Letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). \*\* Padrão: com HPMC; Tratamento 1: 2,5% de farinha de chia; Tratamento 2: 5,0% de farinha de chia; Tratamento 3: 7,5% de farinha de chia.

Tanto para a cor da crosta, quanto para o miolo, os tratamentos 1, 2 e 3 apresentaram-se mais escuros quando comparados ao padrão, demonstrado pelos menores valores de luminosidade e maior tendência ao vermelho (maiores valores de  $a^*$ ) e azul (menores valores de  $b^*$ ), indicando que a pigmentação escura da farinha de chia influenciou significativamente na cor dos pães (Figura 1). Da mesma forma, Koca e Anil (2007) e Borges et al (2011) encontraram pães mais escuros que o controle ao elaborarem pães com farinha de linhaça.

A farinha de chia é mais escura do que as farinhas de arroz e soja, sendo assim, o que se espera é um miolo mais escuro de acordo com o aumento dessa farinha nas formulações. A cor obtida é característica de produtos integrais, sendo associada a produtos com melhores características nutricionais.

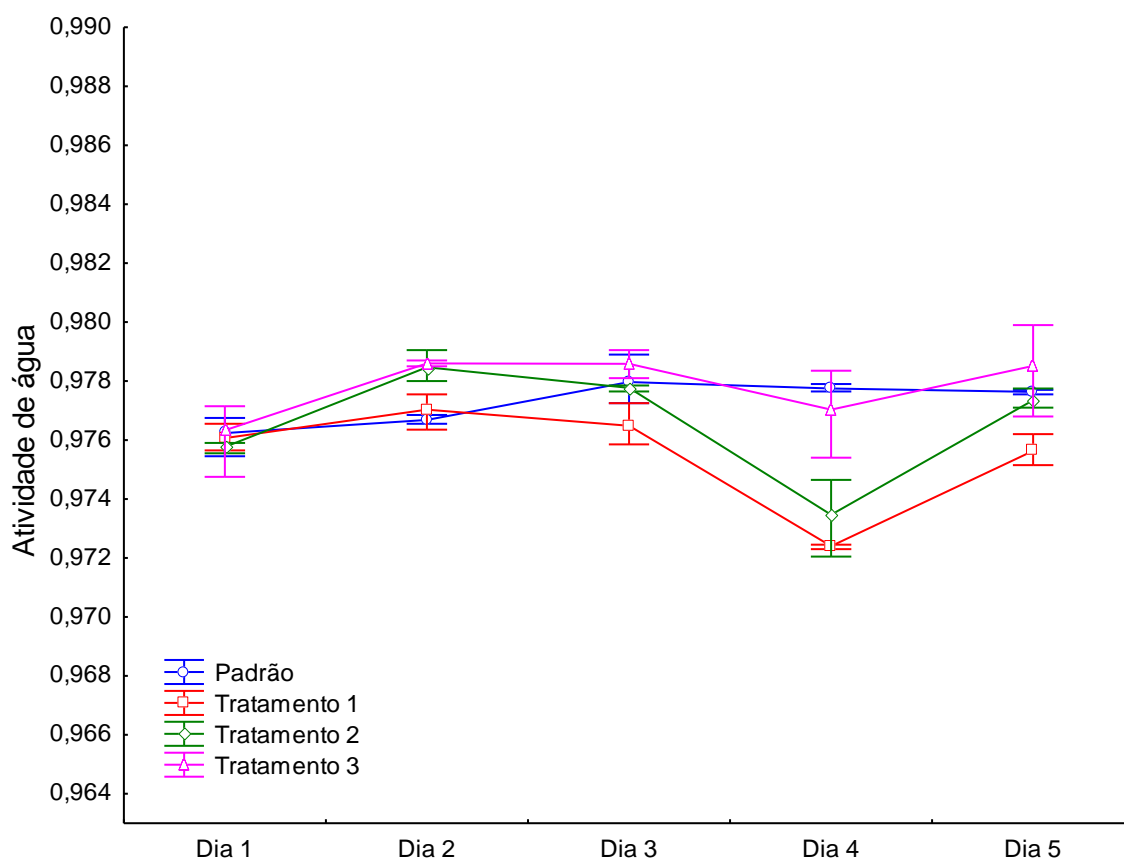


**Figura 1.** Pães sem glúten elaborados com adição farinha de chia e sem goma: padrão (a), tratamento 1- 2,5% de farinha de chia (b), tratamento 2 - 5,0% de farinha de chia (c) e tratamento 3 - 7,5% de farinha de chia (d).

### 3.2.2.3 Atividade de água ( $A_w$ )

A água presente nos alimentos pode apresentar-se na forma de molécula livre ou ligada ao substrato. A atividade de água ( $A_w$ ) é um dos fatores intrínsecos dos alimentos e é uma medida que possibilita avaliar a disponibilidade de água livre, ou seja, a água que não se encontra comprometida com as moléculas constituintes do produto, está disponível as

reações físicas, químicas e biológicas (WELTI e VERGARA 1997). Os valores de atividade de água encontrados ao longo dos 5 dias de armazenamento encontram-se na figura 2.



**Figura 2.** Atividade de água dos pães sem glúten ao longo dos cinco dias de armazenamento. \* Padrão: com HPMC; Tratamento 1: 2,5% de farinha de chia; Tratamento 2: 5,0% de farinha de chia; Tratamento 3: 7,5% de farinha de chia.

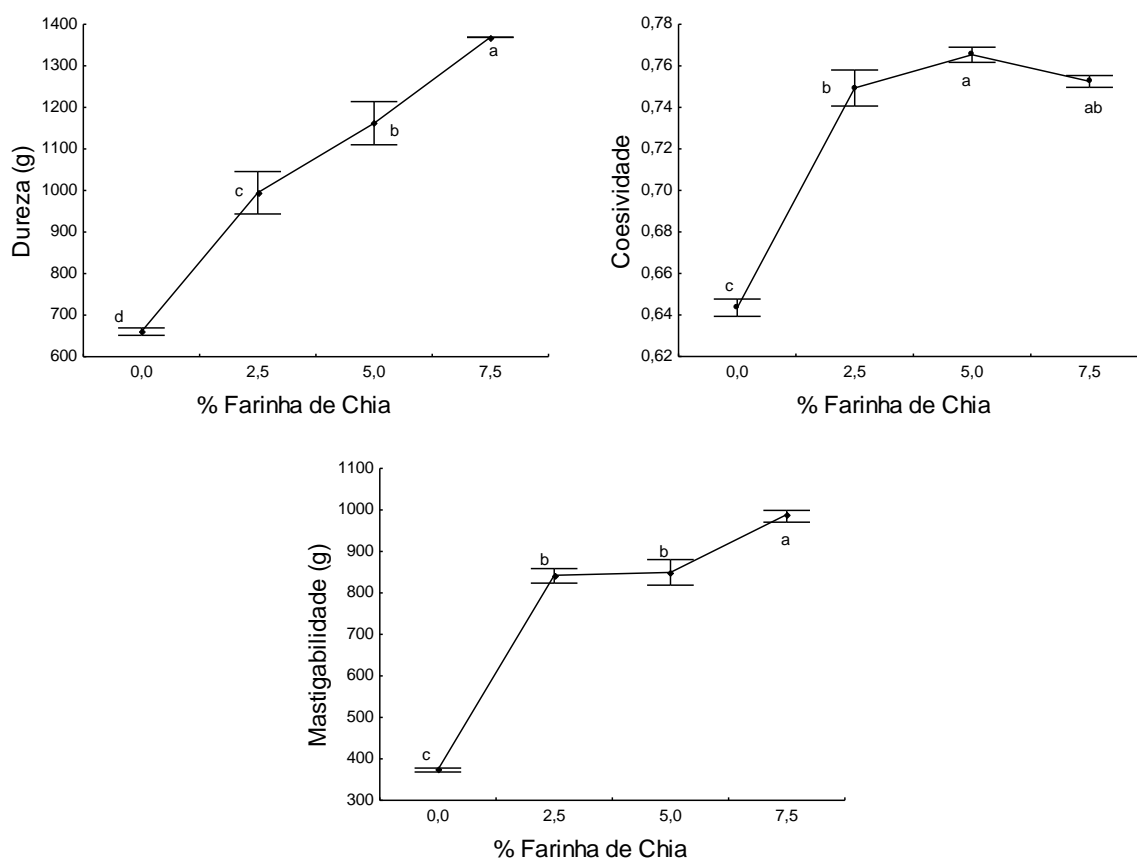
No dia 1 (12 horas após o forneamento), todos os pães apresentaram valores de atividade de água semelhantes (em torno de 0,9760), não diferindo estatisticamente entre si. Porém, entre os dias 3 e 4 os tratamentos com 2,5% e 5,0% de farinha de chia apresentaram acentuada diminuição nos teores de atividade de água, possivelmente pela retrogradação do amido que faz com

que a água migre do miolo para a casca dos pães, enquanto que o tratamento com maior percentual de farinha de chia teve comportamento semelhante ao padrão (com HPMC), que por sua vez se manteve constante até o quinto dia de estocagem, indicando o efeito da goma sobre a retenção de água no produto. Após o quarto dia os teores de  $A_w$  de todos os tratamentos que apresentavam a farinha de chia em sua formulação tiveram novamente um acréscimo, o que indica que neste momento a água que anteriormente estaria ligada a mucilagem da chia está sendo liberada e tomando a forma de água livre ( $A_w$ ). Fenômeno semelhante a esse ocorreu em estudos desenvolvidos por Garda et al (2012) ao elaborarem pães sem glúten com chia e linhaça, deve-se considerar que no presente estudo o intervalo de  $A_w$  em que ocorreram estes fenômenos é pequeno, como indica a figura 2.

Os teores de atividade de água encontrados neste estudo são superiores a 0,97, deve-se considerar que os pães sem glúten necessitam de maior quantidade de água para dar a consistência ideal à massa, no presente trabalho a quantidade de água adicionada foi de 120% com relação à quantidade de farinha, autores citam que as farinhas de chia, arroz e soja possuem maior capacidade de retenção de água quando comparadas a farinha de trigo, requerendo assim maiores quantidades de água na elaboração de pães. Porém o alto conteúdo de água livre influencia também a vida de prateleira do produto, afetando a seguridade e a estabilidade com relação ao crescimento microbiano, a velocidade das reações e as propriedades físicas do alimento (MOREIRA 2007; GARDA et al 2012).

### 3.2.2.4 Textura dos pães

A textura é uma medida importante porque avalia propriedades que afetam diretamente a qualidade dos produtos de panificação, ela pode ser definida como um conjunto de características que provém dos elementos estruturais dos alimentos, sendo estes parâmetros determinados por meio de análises sensoriais ou instrumentais (SZCZESNIAK 2002; EVANGELHO et al 2012). Na Figura 3, são apresentados os resultados de textura dos pães sem glúten elaborados com farinha de chia e sem goma.



**Figura 3.** Parâmetros de textura dos pães sem glúten com farinha de chia e sem goma. Os valores apresentam-se como média de três repetições, médias seguidas de mesma letra não apresentam diferença significativa entre si. \* 0% - Formulação padrão com HPMC; Tratamento 1: 2,5% de farinha de chia; Tratamento 2: 5,0% de farinha de chia; Tratamento 3: 7,5% de farinha de chia.

Todos os parâmetros de textura foram influenciados com a inclusão da farinha de chia e remoção da goma HPMC da formulação, tanto a dureza (força necessária para se realizar deformação ou rompimento da amostra), como a mastigabilidade (energia necessária para transformar o material sólido em um estado pronto para ser engolido) e a coesividade (forças envolvidas nas ligações internas do produto) foram maiores quando houve substituição. A dureza teve aumento significativo à medida que se aumentavam os percentuais de farinha de chia, para a coesividade a formulação com 7,5% de substituição não mostrou diferença dos demais tratamentos com farinha de chia, os valores de mastigabilidade dos tratamentos com 2,5 e 5,0% não apresentaram diferença significativa entre si. O aumento desses parâmetros na presença da farinha de chia pode estar associado provavelmente com a redução do volume dos pães e diminuição do teor de água livre na massa o que provavelmente poderia ocasionar a perda da maciez quando comparado ao tratamento padrão (ANTUNES et al 2003; KOWASLKI et al 2002; BORGES et al 2011).

Estudos realizados por Borges et al (2011) mostram resultados semelhantes ao avaliarem a adição de farinha de linhaça integral em pães de sal, havendo acréscimo na firmeza dos pães com adição de 10 e 15% de farinha de linhaça, Esteller e Lannes (2008) também relataram que a adição de farinha de centeio gerou aumento da dureza de pães, o que indica que a adição de fibra contribuiu para diminuição da maciez dos pães estudados. Silva et al (2009) perceberam aumento da mastigabilidade e da dureza dos pães ao substituírem a farinha de trigo por farinha de okara.

A alteração da textura em produtos panificados depende geralmente da umidade da massa, qualidade da farinha, presença ou não de glúten, utilização de emulsificantes e melhoradores, bem como outros fatores que podem vir a influenciar o produto final (ESTELLER e LANNES 2005). O resultado de dureza encontrado para o pão com 2,5% de farinha de chia, quando convertido de g para Newton, assemelha-se aos resultados encontrados por Silva et al (2010) para pães de forma elaborados com farinha de trigo, o que torna-se um fator positivo já que pães isentos de glúten geralmente apresentam características de textura inferiores quando comparados aos pães tradicionais.

### **3.2.3 Avaliação microbiológica das matérias primas e dos pães elaborados**

A qualidade microbiológica dos alimentos é de essencial importância para averiguar se o alimento oferece risco a saúde do consumidor e conferir se ele está próprio para o consumo. Os resultados encontrados nas análises microbiológicas realizadas nas matérias primas (farinha de chia, farinha de arroz e farinha de soja) utilizadas na elaboração dos pães encontram-se na tabela VI.

TABELA VI

Contagem de coliformes a 45°C, *Bacillus Cereus* e *Salmonella sp.* encontrados nas farinhas de arroz, soja e chia

Análises	Farinha de Arroz	Farinha de Soja	Farinha de Chia
Contagem de coliformes a 45°C (UFC.g <sup>-1</sup> )	<10 <sup>1</sup>	<10 <sup>1</sup>	<10 <sup>1</sup>
Presença de <i>Salmonella sp</i> (25g)	Ausência	Ausência	Ausência
<i>Bacillus cereus</i> (UFC.g <sup>-1</sup> )	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>

As análises microbiológicas das farinhas apresentaram resultados satisfatórios, dentro dos padrões exigidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL 2001). A determinação de coliformes a 45°C apresentou valores inferiores a 10<sup>1</sup> UFC.g<sup>-1</sup>, enquanto que a verificação de *Salmonella sp* determinou ausência destes microrganismos nas condições do teste, para a determinação de *Bacillus cereus* os resultados encontrados para todas as amostras foram inferiores a 10<sup>2</sup> UFC.g<sup>-1</sup>.

O padrão microbiológico preconizado para a determinação de coliformes, segundo a RDC 12/2001-MS, é de até 10<sup>2</sup> UFC/g. Para a determinação de *Salmonella sp*, o padrão exigido é a ausência do patógeno na amostra, já o máximo permitido para *Bacillus cereus* em farinhas é de 3x10<sup>3</sup> UFC/g, demonstrando a seguridade microbiológica das farinhas posteriormente utilizadas na elaboração dos pães.

Em função de sua composição química, os pães tornam-se um substrato perfeito para o desenvolvimento de microrganismos, a deterioração microbiológica de produtos panificados depende de fatores inter-relacionados,



entre eles podem-se citar atividade de água, tipo de produto, formulação, processamento e utilização ou não de conservantes (QUAGLIA 1991; RIBOTTA e TADINI 2009). Os resultados encontrados para as análises de coliformes a 45°C, *Salmonella sp.* e microrganismos aeróbios mesófilos realizadas nos pães são apresentados na tabela VII. Foram realizadas análises de bolores e leveduras durante cinco dias de armazenamento dos pães após o forneamento, sendo esses resultados apresentados na tabela VIII.

TABELA VII

Valores da contagem de coliformes a 45°C, *Salmonella sp.* e microrganismos aeróbios mesófilos nos pães sem glúten

Análises	Padrão	1	2	3
Contagem de coliformes a 45°C (UFC.g <sup>-1</sup> )	<10 <sup>1</sup>	<10 <sup>1</sup>	<10 <sup>1</sup>	<10 <sup>1</sup>
Presença de <i>Salmonella sp.</i> (25g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Contagem de aeróbios mesófilos (UFC.g <sup>-1</sup> )	9,0x10 <sup>1</sup>	1,1x10 <sup>2</sup>	1,3x10 <sup>2</sup>	6,3x10 <sup>1</sup>

\*\* Padrão: com HPMC; Tratamento 1: 2,5% de farinha de chia; Tratamento 2: 5,0% de farinha de chia; Tratamento 3: 7,5% de farinha de chia.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL 2001) estabelece o regulamento técnico de padrões microbiológicos para alimentos, no qual preconiza para pães o valor máximo de coliformes a 45°C de 10<sup>2</sup>UFC.g<sup>-1</sup> e ausência de *Salmonella sp.* em 25g de amostra. Pode-se considerar que todos os pães elaborados estão dentro dos padrões exigidos pela legislação. A ANVISA não estabelece nenhuma norma que estipule níveis máximos de contagem de microrganismos aeróbios mesófilos para pães, no

entanto de acordo com a Associação Americana de Saúde Pública – APHA (2001) o limite de mesófilos aceitável em produtos de panificação é de  $10^3$ , resultado superior aos encontrados para os pães de todos os tratamentos.

Contaminações por bolores, usualmente conhecidos como mofos, estão relacionadas à conservação no armazenamento do produto. Contudo, não representam risco para a saúde humana, principalmente, porque o consumidor dificilmente ingerirá um produto contaminado por este tipo de fungo, quando estes estão visíveis a olho nu, além de deixar cheiro e sabor característicos no alimento (JUNIOR et al 2008). A legislação brasileira também não preconiza valores máximos para a contagem de bolores e leveduras em pães, mas de acordo com Guerreiro (2006) o valor máximo para um alimento ainda ser considerado próprio para o consumo é de  $5 \times 10^3$  UFC.g<sup>-1</sup> enquanto que a APHA (2001) cita o valor de  $10^3$  como limite para estes microrganismos. Os resultados encontrados mostram que até o terceiro dia de armazenamento (temperatura ambiente) os pães de todos os tratamentos podem ser considerados aptos para o consumo, deve-se considerar que as formulações não incluíam nenhum tipo de conservante que agisse contra a contaminação microbiológica.

TABELA VIII

Valores de contagem de bolores e leveduras encontrados nos pães sem glúten durante os cinco dias de armazenamento em temperatura ambiente (aproximadamente 25°C).

Tratamentos	Dia				
	1	2	3	4	5
Padrão	$2,3 \times 10^2$	$5,6 \times 10^2$	$3,2 \times 10^3$	$1,0 \times 10^5$	$4,7 \times 10^5$
1	$5,0 \times 10^2$	$3,3 \times 10^1$	$3,3 \times 10^1$	$6,0 \times 10^3$	$2,9 \times 10^4$
2	$3,3 \times 10^1$	$3,3 \times 10^1$	$2,6 \times 10^2$	$5,3 \times 10^3$	$1,8 \times 10^4$
3	$2,3 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$5,3 \times 10^3$	$6,0 \times 10^5$	$3,1 \times 10^5$

\* Padrão: com HPMC; Tratamento 1: 2,5% de farinha de chia; Tratamento 2: 5,0% de farinha de chia; Tratamento 3: 7,5% de farinha de chia.

César et al (2006) ao avaliarem a vida de prateleira de pães sem glúten obtiveram contaminação por bolores e leveduras em níveis que tornasse o pão impróprio para consumo em quatro dias após o processamento, deve-se considerar que o mesmo autor encontrou teores de atividade de água nos pães que variaram entre 0,85 a 0,92, valores bem menores aos encontrados neste estudo. Sugerindo que a atividade de água ( $A_w$ ) tenha influenciado consideravelmente no desenvolvimento de microrganismos no pão.

### 3.2.4 Avaliação sensorial

A aceitabilidade dos pães sem glúten foi estimada através da avaliação dos atributos cor, aroma, sabor, textura e aparência global. O painel de participantes contou com 50 provadores não treinados, as médias das notas obtidas no teste são apresentadas na tabela IX.

TABELA IX

Médias das notas atribuídas para as características de cor, aroma, sabor, textura e aparência para as amostras de pães sem glúten com farinha de chia e sem goma.

Atributos	Padrão	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3
Cor	5,16±1,17 <sup>a</sup>	4,98±1,02 <sup>a,b</sup>	4,52±1,20 <sup>b</sup>	4,64±1,21 <sup>a,b</sup>
Aroma	4,70±1,23 <sup>a</sup>	4,82±1,17 <sup>a</sup>	4,36±1,35 <sup>a,b</sup>	4,02±1,15 <sup>b</sup>
Sabor	4,46±1,49 <sup>a,b</sup>	4,68±1,54 <sup>a</sup>	3,66±1,66 <sup>b,c</sup>	3,62±1,54 <sup>c</sup>
Textura	4,96±1,34 <sup>a,b</sup>	5,40±1,05 <sup>a</sup>	5,14±1,30 <sup>a,b</sup>	4,64±1,32 <sup>b</sup>
Aparência	5,36±1,10 <sup>a,b</sup>	5,48±1,16 <sup>a</sup>	4,76±1,17 <sup>b,c</sup>	4,52±1,28 <sup>c</sup>

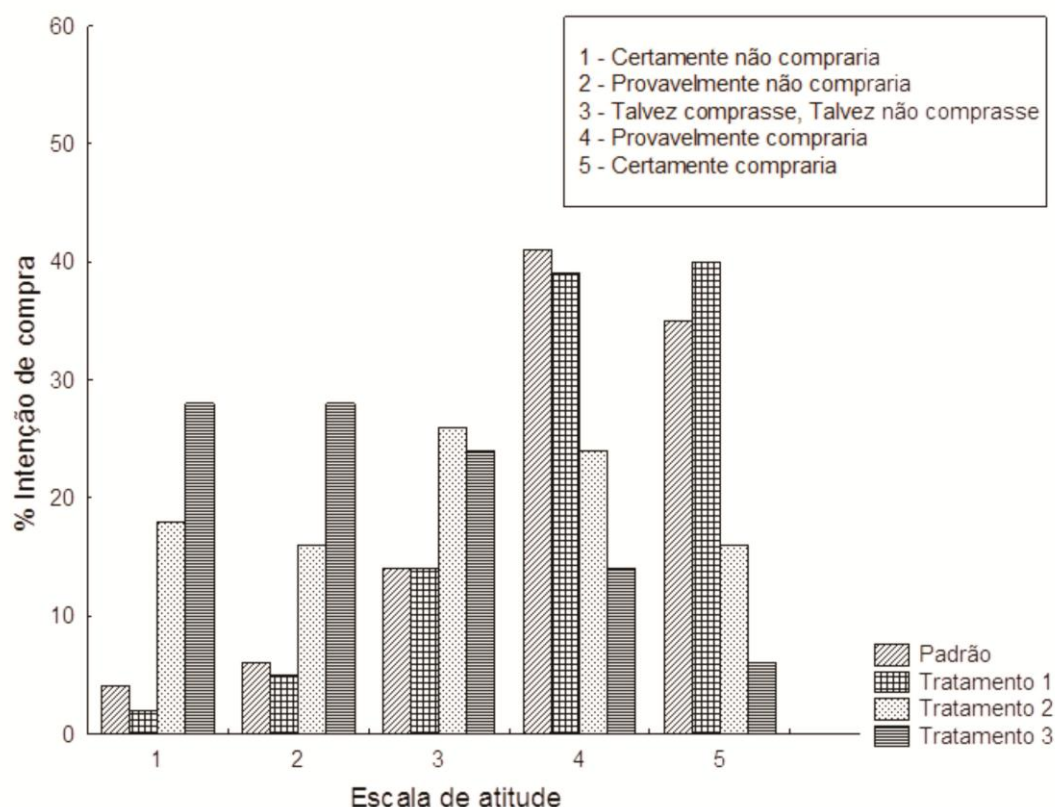
Letras diferentes nas linhas diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). \* Padrão: com HPMC; Tratamento 1: 2,5% de farinha de chia; Tratamento 2: 5,0% de farinha de chia; Tratamento 3: 7,5% de farinha de chia. Escore: 1= desgostei muitíssimo; 2= desgostei muito; 3= desgostei; 4= indiferente; 5= gostei; 6= gostei muito; 7= gostei muitíssimo

Os valores médios das notas atribuídas aos atributos analisados (tabela IX) mostram que a maioria das avaliações conferidas pelos provadores encontra-se entre 4 e 6, escores classificados como “indiferente” e “gostei muito” na escala hedônica estruturada de sete pontos, com exceção do atributo sabor, que para os tratamentos 2 e 3 (com maiores percentuais de chia) apresentaram médias entre 3 e 4, correspondentes aos escores “desgostei” e “indiferente”, alguns provadores ainda descreveram na ficha de avaliação que os tratamentos com maior percentual de substituição apresentavam sabor residual amargo, o que influenciou negativamente a percepção dos provadores com relação a este atributo.

O tratamento 1 não apresentou diferença significativa do padrão em todos os atributos analisados, deste modo pode-se afirmar que a inclusão da farinha de chia não interferiu na aceitabilidade dos atributos avaliados e seu desempenho como goma foi semelhante ao HPMC quando adicionada em concentrações de até 2,5% em relação ao peso das farinhas da formulação.

Borges et al (2011) assim como Mathias et al (2008) estudaram adição de farinha de linhaça em pães de trigo e também perceberam que menores níveis de linhaça proporcionaram maior aceitabilidade do produto final. Garda et al (2012) ao utilizarem uma mistura de chia e linhaça para otimizar pães livres de glúten obtiveram para os pães da formulação padrão menor aceitação quando comparado a formulação com sementes de chia e linhaça.

Os produtos panificados ocupam o terceiro lugar na lista de compras do consumidor brasileiro, porém vários fatores podem vir a influenciar a percepção do produto e conseqüentemente sua intenção de compra (DANTAS et al 2005; BATTOCHIO et al 2006). Os resultados quanto à expectativa de compra dos provadores para os pães elaborados com diferentes percentuais de farinha de chia, assim como para o padrão são apresentados na figura 4, onde se pode observar que o consumidor teve atitudes distintas quanto à expectativa de compra entre as amostras.



**Figura 4.** Intenção de compra para as formulações de pão sem glúten. \* Padrão: com HPMC; Tratamento 1: 2,5% de farinha de chia; Tratamento 2: 5,0% de farinha de chia; Tratamento 3: 7,5% de farinha de chia.

Pode-se observar na figura 4 que o tratamento 1 apresentou maior intenção de compra representada pelo termo “Certamente compraria” alcançando 40%, seguido do tratamento padrão com 35%, do tratamento 2 com 16% e do tratamento 3 com apenas 6%. A resposta negativa com relação à compra dos tratamentos 2 e 3 pode estar relacionada com o sabor, já que estes tratamentos apresentaram as menores médias com relação a este atributo (3,66 e 3,62 respectivamente). Esse resultado já era esperado neste estudo já que o tratamento 1, assim como o padrão apresentaram maiores notas para a maioria dos atributos, o que indica maior aceitação quando comparados aos tratamentos 2 e 3 (com maiores níveis de substituição).

Pereira, et al. (2013) obtiveram na elaboração de pães de batata isentos de glúten enriquecidos com farinha de chia aceitabilidade superior para aqueles pães que continham um menor percentual de substituição (25% chia), logo os mesmos obtiveram uma maior expectativa de compra quando comparados a formulação padrão e a formulação que continha 50% de farinha de chia, os autores justificam o resultados possivelmente pelos maiores percentuais terem descaracterizado os pães em função da mudança na cor e conseqüentemente na aparência do produto.

Os pães isentos de glúten desenvolvidos sem adição de goma geralmente utilizado nesse tipo de produto e com inclusão de 2,5% de farinha de chia em sua formulação teve aceitação satisfatória, os resultados da análise sensorial somados a sua caracterização microbiológica, física e química permitem afirmar que este se torna um produto promissor para o mercado celíaco, proporcionando ao consumidor um produto com perfil nutricional saudável.

#### 4. Conclusão

A composição das farinhas utilizadas na elaboração dos pães mostrou que a farinha de chia apresenta boas características nutricionais, por conter altas quantidades de fibras, cinzas, proteínas e lipídios, tornando-se ótima alternativa para ser adicionada na elaboração dos pães.

A substituição parcial da mistura de farinhas de arroz e soja por farinha de chia proporcionou um aumento no valor nutricional dos pães com destaque para as frações de fibras, proteínas e minerais.

O pão com 2,5% de farinha de chia apresentou resultados de volume específico e perda por cocção semelhantes ao pão padrão, quanto a elevação da massa, o padrão apresentou maior valor seguido do pão com 5,0% de farinha de chia.

Os pães com farinha de chia apresentaram-se mais escuros quando comparados ao padrão. Todos os parâmetros de textura (dureza, mastigabilidade e coesividade) foram maiores com adição da farinha de chia.

As análises microbiológicas demonstraram que tanto as farinhas quanto os pães se encontravam de acordo com os limites exigidos pela legislação, as contagens de bolores e leveduras realizadas nos pães permitem afirmar que os pães sem glúten de todos os tratamentos estavam aptos ao consumo até o terceiro dia após o forneamento.

Os pães com 2,5% de farinha de chia obtiveram no teste de aceitação valores próximos a 5, escore classificado como “gostei” para todos os atributos, não diferindo do tratamento padrão. O teste de intenção de compra revelou que o mesmo tratamento foi o mais aceito alcançando 40% na escala “certamente



compraria”, mostrando que a aplicação da farinha de chia nos pães não interferiu na aceitabilidade dos mesmos.

De acordo com os resultados encontrados é possível afirmar que a farinha de chia na concentração de 2,5% em substituição as farinhas de arroz e soja, comportou-se de maneira similar a goma HPMC nas características nutricionais, físicas e sensoriais dos pães, desta forma o pão elaborado com farinha de chia torna-se uma nova variação de alimentos com carácter funcional, constituindo alternativa de alimento saudável e diferenciado, que favorece a diversidade de produtos isentos de glúten, adequados aos celíacos, e também para a população em geral.

## 5. Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. 2002. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. APHA, Washington.

ANDRADE, A. A.; COELHO, S. V.; MALTA, H. L.; JORGE, M. N. 2011. Avaliação sensorial de panificação enriquecidos com farinha de feijão branco para pacientes celíacos. **Nutrir Gerais**. 5: 727-39.

ANTUNES, A.E.C.; MOTTA, E.M.P.; ANTUNES, A.J. 2003. Perfil de textura e capacidade de retenção de água de géis ácidos de concentrado proteico de soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas. 23:183-189.

APHA. 2001. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. Chapter 9. 4<sup>a</sup>ed.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). 2005. **Official methods of analysis**. 18. ed. Gaithersburg, Maryland.

AYERZA, R. E COATES, W. 2004. Composition of chia (*Salvia hispanica* L.) grown in six tropical and subtropical ecosystems of South America. **Tropical Science**. 44:131–135.

AYERZA, R.; COATES, W. 2005. **Chia: Rediscovering a Forgotten Crop of the Aztecs**. The University of Arizona Press, Tucson, Arizona, USA. 11:995-1003.

BATTOCHIO, J.R.; CARODOSO, J.M.; KIKUCHI, M.; MACCHIONE, M. MODOLO, J.S.; PAIXÃO, A.L.; SILVA, A.R.; SOUSA, C.V.; WADA, J.K.A.; WADA, J.K.A.; BOLINI, H.M.A. 2006. Perfil sensorial de pão de forma integral. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** Campinas. 26:428-433.

BELL, D. A. 1990. Methylcellulose as a structure enhancer in bread baking. **Cereal Food World**. 35:1001–1006.

BODROŽA-SOLAROV, M.; FILIPCEV, B.; KEVREŠAN, Z.; MANDIC, A.; ŠIMURINA, O. 2008. Quality of bread supplemented with popped *amaranthus cruentus* grain. **Journal of Food Process Engineering**. 31: 602-618.

BORGES, J.T.S.; PIROZI, M.B.; PAULA, C.D.; RAMOS, D.L.; CHAVES, J.B.P. 2011. Caracterização físico-química e sensorial de pão de sal enriquecido com farinha integral de linhaça. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba. 29: 83-96.

BORGES, J.T.S.; ASCHERI, J.L.R.; ASCHERI, D.R.; NASCIMENTO, R.E.; FREITAS, A.S. 2003. Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*, L.) polido por extrusão termoplástica. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**. Curitiba. 22:320-332.

BRASIL. Agência Nacional De Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução CNNPA n. 12 de 1978. Brasília: **Diário Oficial da União**, 24 de Julho de 1978. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. 2001. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Brasília: **Diário Oficial da União**.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar Brasília: **Diário Oficial da União**, 2012. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa – IN nº 62, de 26 de agosto de 2003. Dispõe sobre Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial da União**, Brasília, ago. 2003.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Pão de forma ou para sanduíche. 2005. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/paoforma.asp>>.

CAPITANNI, M. I.; SPOTORNO, V.; NOLASCO, S. M.; TOMÁS, M. C. 2012. Caracterização físico-química e funcional dos subprodutos de semente de Chia (*Salvia hispanica* L.) da Argentina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 45:94 – 102.

CAPRILES, V.D.; ARÊAS, J.A.G. 2011. Avanços na produção de pães sem glúten: Aspectos tecnológicos e nutricionais. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba. 29:129-136.

CÉSAR, A.S.; GOMES, J.C.; STALIANOL, C.D.; FANILL, M.L.; BORGES, M.C. 2006. Elaboração de Pão sem glúten. **CERES**. 53:150-155.

CLERICI, M. T. P. S.; EL-DASH, A. A. 2006. Farinha extrusada de arroz como substituto de glúten na produção de pão de arroz. **Arquivos Latinoamericanos de Nutrição**, Caracas. 56: 288-298.

DANTAS, M.I.S.; DELIZA, R.; MINIM, V.P.R.; DUNCAN, H. 2005. Avaliação da intenção de compra de couve minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** Campinas. 25: 762-767.

DIKEMAN, C.L., FAHEY, G.C. 2006. Viscosity as related to dietary fibre: A review. *Critical Reviews*. **Food Science and Nutrition**, 46: 649-663.

EL-DASH, A. A.; CAMARGO, C. O.; DIAZ, N. M. 2006. **Tecnologia Agroindustrial**: Fundamentos da Tecnologia de Panificação. Governo do

Estado do Paraná – Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, São Paulo. 241-243.

ELLEUCH, M. et al. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterization, technological functionality and commercial applications: A review. **Food Chemistry**, v.124, p.411-421, 2011.

ESTELLER, M. S.; LANNES, S. C. S. 2005. Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas. 25: 802-806.

ESTELLER, M. S.; LANNES, S. C. S. 2008. Production and characterization bread using scalded rye. **Journal of Texture Studies**, USA. 39:56-67.

EVANGELHO, J.A.; PINTO, V.Z; ZAVAREZE, E.R; VANIER, N.L.; DIAS, A.R.G.; BARBOSA, L.M.P. 2012. Propriedades tecnológicas e nutricionais de pães preparados com diferentes proporções de farinha de arroz e farinha de arroz extrusada. **Revista Brasileira de Agrociências**. Pelotas. 18:264-282.

FAHS, A.; BROGLY M.; BISTAC, S.; SCHMITT, M. 2010. Hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) formulated films: Relevance to adhesion and friction surface properties. **Carbohydrate polymers**. 80:105-114.

FERREIRA,S.M.R.; OLIVEIRA, P.V.; PRETTO, D. 2001. Parâmetros de Qualidade de Pão Francês. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba. 1:301-318.

FRUET, A.P.B.; STEFANELLO, F.S.; SILVA, M.S.; KIRINUS, J.K.; NORBERG, J.L.; TEIXEIRA, C.; DORR, A.C. 2014. Incorporação de Fibra Alimentar em Produtos Cárneos. **Revista eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET-UFSM**. Santa Maria, ed especial, 18: 11-17.

GARDA, M. R.; ALVAREZ, M.S.; LATTANZIO, M.B.; FERRARO, C.; COLOMBO, M.E. 2012. Rol de los hidrocoloides de semillas de chía y lino en la optimización de panificados libres de glúten. **DIAETA**. Buenos Aires, 30:31-38.

GILL, S.; VASANTHAN, T.; OORAIKUI, B.; ROSSNAGAL, B. 2002. Wheat Bread Quality as Influenced by the Substitution of Waxy and Regular Barley Flours in Their Native and Cooked Forms. **Journal of Cereal Science**, London. 36:239-251.

GUERREIRO, L. 2014. Dossiê Técnico – Panificação. **REDETEC (Rede de tecnologia do Rio de Janeiro)**. Disponível em: <<http://sbirt.ibict.br/upload/dossies/sbrtdossie27.pdf?PHPSESSID=6a52ffcd1cfbeece24e924efc001a407>>.

HAQUE, A.; MORRIS, E. R. 1993. Combined use of ispaghula and HPMC to replace or augment gluten in breadmaking. **Journal Food Research International**. 27:379-393.

JUNIOR, M.S.S.; BASSINELLO, P.Z.; BETÂNIA, D.; LACERDA, C.L.; KOAKUZU, S.N.; GEBIN, P.F.C.; JUNQUEIRA, T.L.; GOMES, V.A. 2008. Características físicas e tecnológica de pães elaborados com farelo de arroz torrado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina. 29:815-828.

KATINA, K.; SALMENKALLIO-MARTTILA, M.; PARTANEN, R.; FORSELL, P.; AUTIO, K. 2006. Effects of sourdough and enzymes on staling of high-fibre wheat bread. **LWT- Food Science and Technology**. 36:239-251.

KENT, N.L. 1987. **Tecnología de los cereales**. Zaragoza (España): Acribia

KOCA, A.F.; ANIL, M. 2007. Effect of flaxseed and wheat flour blends on dough rheology and bread quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 87:1172–1175.

KOWASLKI, M.B.; CARR, L.G.; TADINI, C.C. 2002. Parâmetros físicos de textura em pão francês produzido na cidade de São Paulo. In: **XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**. Anais XVIII SBCTA. Porto Alegre. 20:31-36.



MIGLIAVACCA, R.A.; SILVA, T.R.B.; VASCONCELOS, A.L.S. FILHO, W.M.; BAPTISTELLA, J.L.C. O cultivo da chia no Brasil: Futuro e Perspectivas. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.3, n. especial, p. 161-179, 2014.

MAHAN, L. K.; ESCOTT – STUMP, S. 2002. **Krause: Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. São Paulo: Roca, 10 ed.

MATHIAS, E.; MARQUES, C.; NOGUEIRA, D.; COSTA, I.; BRITO, L.; OLIVEIRA, M.R.; MACEDO, Y. 2008. **Aceitabilidade de pães industrializados com diferentes teores de farinha de linhaça em substituição parcial de farinha de trigo**. In: Fórum de Nutrição. Salvador (BA). 2008.

MINOLTA. 1994 **Precise color communication: color control from feeling to instrumentation**. Minolta Co Ltd, Osaka, Japão, 49.

MOREIRA, M. R. 2007. **Elaboração de pré-mistura para pão sem glúten para celíacos**. 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

MUÑOZ, L.A., COBOS, A., DIAZ, O, AGUILERA, J.M. 2012. Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. **Journal of Food Engineering**. 108:216–224.

PEREIRA, S.B.; PEREIRA, B.S.; CARDOSO, E.S.; MENDONÇA, J.O.B.; SOUZA, L.B.; SANTOS, M.P.; ZAGO, L.; FREITAS, S.M.L. 2013. Análise físico-química e sensorial do pão de batata isento de glúten enriquecido com farinha de chia. **Demetra**, Rio de Janeiro. 8:125-136.

PHILIPPI, S. T. 2003. **Nutrição e técnica dietética**. Barueri: Manole. 27 – 35.

PIZZINATTO, A.; MAGNO, C.P.R.; CAMPAGNOLLI, D. M. F. 1993. **Avaliação tecnológica de produtos derivados da farinha de trigo (pão, macarrão, biscoitos)**. Centro de Tecnologia de Farinhas e Panificação, Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), 54 p. Campinas, SP.

QUAGLIA, G. 1991. **Ciencia y tecnología de la panificación**. Espanha: Acribia, 485 p.

RAMOS, P.S.R. 2013. **Influência de emulsificantes e da enzima transglutaminase no desenvolvimento de pães modeláveis sem glúten**.n 2013. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto Federal do Rio de Janeiro – IFRJ.

RIBOTTA, P.D.; TADINI, C.C. 2009. **Alternativas tecnológicas para la elaboración y la conservación de productos panificados**. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba - Argentina. 1ª ed.

ROCHA, L.S.; SANTIAGO, R.A.C. 2009. Implicações nutricionais e sensoriais da polpa e casca de baru (*Dipterix Alata vog.*) na elaboração de pães. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**. Campinas. 4:820-825.

SDEPANIAN, V.L.; MORAIS, M.B.; FAGUNDES-NETO, U. 1999. Doença Celíaca: a evolução dos conhecimentos desde sua centenária descrição original até os dias atuais. **Arquivos de Gastroenterologia**. 36:244-57.

SEGURA-CAMPOS, M.R., SALAZAR-VEJA, I.M., CHEL-GUERRERO, L.A., BETANCUR-ANCONA, D.A. 2012. Biological potential of chia (*Salvia hispanica* L.) protein hydrolysates and their incorporation into functional foods. **LWT - Food Science and Technology**. 50:1-9.

SILVA, L.H.; PAUCAR-MENACHO, L.M.; VICENTE, C.A.; SALLES, A.S.; STEEL, C.J. 2009. Desenvolvimento de pão de forma com adição de farinha de “okara”. **Brazilian Journal Food Technology**. v. 12:315-322.

SILVA, L.H.; COSTA, P.F.P.; NOMIYAMA, G.W.; SOUZA, I.P.; CHANG, Y.K. 2012. Caracterização físico-química e tecnológica da farinha de soja integral fermentada com *Aspergillus oryzae*. **Brazilian Journal Food Technology** Campinas. 15:300-306.

SILVA, M.T.P.; SILVA, C.B.; PALEO, I.W.; CHANG, Y.K. 2010. Utilização de Frutooligossacarídeo na elaboração de pão de forma sem açúcar. **Temas Agrários**. 15:44-57.

SILVA, P. R. 2007. **Restrições alimentares na alimentação escolar – doença celíaca.** In: Encontro regional de nutricionistas da alimentação escolar da região centro-oeste.

SIMOPOULOS, A. P. 1999. Essential fatty acids in health and chronic disease. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda. 70:560–569.

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

SPADA, J.C.; Dick, M.; PAGNO, C.H.; VIEIRA, A.C.; BERNSTEIN, A.; COGHETTO, C.C.; MARCZAK, L.D.F.; TESSARO, C.I.; CARDOZO, N.S.M.; FLORES, S.H. 2014. Caracterização física, química e sensorial de sobremesas à base de soja, elaboradas com mucilagem de chia. **Ciência Rural**, Santa Maria. 44:374-379.

STORCK, C.R.; PEREIRA, J.M.; PEREIRA, G.W.; RODRIGUES, A.O.; GULARTE, M.A.; DIAS, A.R.G. 2009. Características tecnológicas de pães elaborados com farinha de arroz e transglutaminase. **Brazilian Journal Food Technology II SSA**.

SZCZESNIAK, A.S. 2002. Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, Barking. 13:215-225.

VAN VLIET, T., JANSSEN, A. M., BLOKSMA, A. H.; WALSTRA, P. 1992. Strain hardening of dough as a requirement for gas retention. **Journal of Texture Studies**, 23:439–460.

VASCONCELOS, A.Z.C.; PONTES, D.F.; GARRUTI, D.S.; SILVA, A.P.V. 2006. Processamento e aceitabilidade de pães de forma a partir de ingredientes funcionais: Farinha de soja e Fibra alimentar. **Alimentos e Nutrição Araraquara**. 17:43-49.

VÁZQUEZ-OVANDO, A.; ROSADO-RUBIO, G.; CHEL-GUERRERO, L.; BETANCUR-ANCONA, D. 2009. Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispânica* L.) **LWT – Food Science and Technology**. 42:168-173.

WEBER, C.W.; GENTRY, H.S.; KOHLHEPP, E.A.; MCCROHAN, P.R. 1991. The nutritional and chemical evaluation of chia seeds. **Ecology of Food & Nutrition**. 26:119-125.

WELTI, J.; VERGARA, F. 1997. Atividade de água/ Conceito y aplicación em alimentos com alto contenido de humedad. In: AGUILERA, J.M. **Temas em Tecnologia de Alimentos**. Santiago-Chile. 1:11-26.

### **3.2ARTIGO 2**

Manuscrito configurado conforme normas exigidas  
pelo Boletim do Centro de Pesquisas e  
Processamento de Alimentos – B. CEPPA.

## **Efeito da utilização da farinha de chia (*Salvia hispânica*) na elaboração de pão sem glúten sem adição de gordura**

Katira da Mota Huerta<sup>\*</sup>  
Claudia Severo da Rosa<sup>\*\*</sup>  
Ernesto Hashime Kubota<sup>\*\*\*</sup>

### **Resumo**

Muitos estudos sugerem que entre os fatores de risco para doenças cardiovasculares, estão hábitos relacionados ao consumo de gorduras saturadas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da farinha de chia (*Salvia hispânica* L.) na qualidade física, microbiológica, nutricional e sensorial de pães sem glúten elaborados sem adição de gordura. Foram desenvolvidas três formulações com diferentes proporções de farinha de chia (T1- 2,5%, T2- 5%, T3 – 7,5%) sem adição de gordura, e a formulação padrão (utilizando margarina light). Quanto à avaliação nutricional, os dados obtidos indicaram que o T3 apresentou maior valor proteico e lipídico e menor teor de carboidratos. Os teores de fibras totais e insolúveis também foram maiores para o T3. O volume específico diminuiu com a inclusão da chia, assim como a elevação da massa. A atividade de água no primeiro dia apresentou-se maior para todos os tratamentos com farinha de chia, ocorrendo um decréscimo entre o 3º e o 4º dia, voltando à um acréscimo após o 4º dia. Na análise sensorial os tratamentos não apresentaram diferença significativa para sabor e textura com relação ao padrão. O T1 apresentou resultados semelhantes ao padrão para intenção de compra. A adição de farinha de chia melhorou as propriedades nutricionais, resultando em um pão sem glúten e sem gordura que pode ser uma alternativa de alimento saudável, porém sugerem-se mais estudos na busca da melhoria dos atributos físicos.

*Palavras – chaves: sem gordura, chia, pão sem glúten.*

\*Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS (email: enghuerta@bol.com.br).

\*\*Professora orientadora, Doutora em Ciências dos Alimentos, DTCA/UFSM RS (email: claudiasr37@yahoo.com.br).

\*\*\*Professor co-orientador, Doutor em Ciências dos Alimentos, DTCA/UFSM RS (email: erneh2008@yahoo.com.br)

## 1. Introdução

A doença celíaca é uma enteropatia crônica auto-imune que afeta cerca de 1% da população mundial e é ocasionada pela ingestão permanente do glúten, o qual corresponde às proteínas do trigo (gliadinas e gluteninas), do centeio (secalinas) e da cevada (hordeínas) (KAGNOFF, 2005; FIGUEIRA, et al., 2011). O único tratamento satisfatório para pacientes celíacos é a completa remoção do glúten da dieta, não importando se este apresenta ou não sintomas, logo os alimentos que contém glúten são frequentemente substituídos por outros que não o apresentem em sua composição, comumente se utilizam matérias primas como milho, soja, batata, mandioca e arroz, porém essa substituição não é uma alternativa fácil em função das mudanças ocasionadas nas características físicas, sensoriais e nutricionais dos produtos desenvolvidos, o que torna escassa a disponibilidade de produtos alternativos no mercado celíaco (MELO, et al., 2006; ANDRADE, et al., 2011; CAPRILES ; ARÊAS, 2011). A associação dos celíacos do Brasil (ACELBRA) garante que o alimento que os celíacos mais desejariam encontrar com facilidade é o pão (47%), seguido de bolachas e biscoitos (21%), macarrão (21%) e pizza (11%) (ACELBRA, 2015).

A elaboração de pães sem glúten ainda é um desafio, pois na fabricação do pão comum, o glúten de trigo é o principal ingrediente responsável pela retenção dos gases ocasionando o crescimento do pão, desta forma, muitos estudos tentam buscar ingredientes que apresentem características funcionais semelhantes ao glúten, sem prejuízo à qualidade dos alimentos e à saúde do consumidor (FAO, 1989; THOMPSON, et al., 2005; PREICHARDT, et al., 2009; GARDA, et al., 2012). As gorduras, assim como outros aditivos são muito utilizadas na formulação de pães, em função de que estas exercem grande influência no volume (incorporação de ar) e na qualidade após a cocção, o espalhamento das partículas de lipídios na massa permite que o pão fique mais macio e palatável por um maior período de tempo além de contribuir para um aroma característico (JACOB; LEELAVATHI, 2007; STAUFFER, 2007). Porém, numerosos estudos têm sugerido que dentre os fatores de risco para doenças cardiovasculares, estão alguns hábitos relacionados com o estilo de vida, como por exemplo, uma dieta rica em gordura saturada, visto que em populações cujas dietas têm excessivo teor de gordura ocorre maior número de mortes por doenças coronarianas que em outras (LIMA, et al., 2000). Devido a esses fatores surge a necessidade de se encontrar alternativas de substituição da gordura em produtos de panificação que afetem o mínimo possível os aspectos sensoriais e paralelamente atribua benefícios à saúde do consumidor (MACHADO, 2012).

A utilização de fibras como substitutos de gordura é muito aconselhável, pois apresentam propriedades que possibilitam modificações e melhorias na textura e estabilidade dos produtos durante a produção e armazenamento, estudos mostram que as fibras extraídas de grãos e sementes exibem propriedades fisiológicas e funcionais que as tornam promissoras para utilização nos processos de panificação (THEBAUDIN, et al., 1997; REYES-CAUDILLO, et al., 2008; VÁZQUEZ-OVANDO, et al., 2009).

A chia (*Salvia hispanica* L.) é uma planta pertencente à família das Lamiáceas, originária da região que se estende do centro-oeste do México até



o norte da Guatemala. Possui alto teor proteínas, antioxidantes e minerais, seu grande destaque deve-se ao fato de apresentar alto teor de ácidos graxos poli-insaturados e ser a melhor fonte saudável de fibras conhecida atualmente (MIGLIAVACCA, et al., 2014). Devido a grande quantidade de fibras que apresenta, em presença de água forma um gel com características emulsionantes, estudos revelam que este composto pode ser aproveitado como substituto de gorduras e ovos em produtos de panificação e embutidos, como resultado tem-se produtos mais saudáveis, nutritivos sem prejuízos às características sensoriais (BORNEO, et al., 2010; GARDA, et al., 2012).

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo elaborar um pão isento de glúten sem adição de gordura, verificando o efeito da utilização da farinha de chia (*Salvia hispânica L.*) na qualidade física, nutricional, microbiológica e sensorial dos pães desenvolvidos.

## 2. Material e Métodos

### 2.1 Matéria prima

Os ingredientes utilizados na formulação dos pães isentos de glúten foram: farinha de arroz doada pela empresa Favarin (Santa Maria, RS), farinha de soja Pra vida®, farinha de chia Cia Natural®, sal refinado Cisne®, fermento biológico liofilizado Fleischmann®, margarina light com 38% de lipídios sadia®, açúcar refinado União®, água e goma HPMC (hidroxipropilmetilcelulose) Genix®. Todos os ingredientes empregados na elaboração dos pães sem glúten (com exceção da farinha de arroz) foram adquiridos no comércio de Santa Maria (RS).

### 2.2 Desenvolvimento das formulações

Para definição da formulação básica dos pães sem glúten foram realizados pré-testes a partir de formulações já desenvolvidas por Moreira, (2007). Foi elaborada uma formulação padrão sem farinha de chia. Com o intuito de se verificar a ação da farinha de chia como gordura, elaborou-se três tratamentos, os quais apresentavam a substituição parcial da mistura de farinhas base (arroz e soja) por farinha de chia nas proporções de 2,5% (tratamento 1), 5,0% (tratamento 2) e 7,5% (tratamento 3), estes não continham em sua formulação a presença do lipídio. As formulações utilizadas neste estudo são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 - Formulações utilizadas para elaboração dos pães isentos de glúten.

Ingredientes	Padrão (%)	Tratamento 1 (%)	Tratamento 2 (%)	Tratamento 3 (%)
Farinha de arroz	33,83	32,98	32,13	31,28
Farinha de soja	8,44	8,24	8,03	7,82
Farinha de chia*	0,00	1,05	2,11	3,17
Sal refinado	0,85	0,85	0,85	0,85
Açúcar refinado	1,27	1,27	1,27	1,27
Fermento biológico liofilizado	1,69	1,69	1,69	1,69
Goma (HPMC)	0,64	0,64	0,64	0,64
Lipídio (margarina light)	2,54	0,00	0,00	0,00
Água	50,74	50,74	50,74	50,74

Fonte: MOREIRA, (2007) com modificações.

\*Teores de substituição das farinhas de arroz e soja por farinha chia: tratamento 1 (1,05% equivale a 2,5% em relação a mistura de farinhas base); tratamento 2 (2,11% equivale a 5,0% em relação a mistura de farinhas base); tratamento 3 (3,17% equivale a 7,5% em relação a mistura de farinhas base).

### 2.3 Processamento dos pães

O processamento dos pães foi realizado em uma padaria localizada na cidade de Caçapava do Sul (RS), através de um método similar aos utilizados para pães com glúten, chamado de “massa direta”, este método baseia-se na mistura de todos os ingredientes em uma única fase (sem prévia fermentação), esta etapa foi realizada manualmente até se obter uma massa lisa e homogênea (aproximadamente 5 minutos), similar a de um bolo, porém mais firme e consistente. Padronizou-se o peso da massa crua colocada em cada forma em 116g com a finalidade de diminuir a discrepância de resultados, a massa foi então colocada em formas de igual tamanho (10cm x 6cm x 4,5cm) e deixada em repouso para crescimento por 50 minutos à temperatura ambiente (aproximadamente 25°C), a cocção ocorreu em forno industrial Venâncio® com temperatura média de 170°C por 25 minutos.

## 2.4 Análises

### 2.4.1 Composição centesimal

O produto desenvolvido foi submetido às análises de: umidade (n° 934.01), cinzas (n° 923.03), proteínas pelo método de Kjeldahl (n° 46-13), lipídios por extração com éter de petróleo (n° 945.08) e fibra alimentar total, solúvel e insolúvel pelo método enzimico-gravimétrico (n° 985.29 e 991.42), conforme metodologias descritas na AOAC (2005). O teor de carboidratos não fibrosos foi obtido por diferença das demais frações.

### 2.4.2 Cálculo do valor energético dos pães

O valor energético total dos pães foi calculado pela soma das calorias fornecidas pelas médias dos valores encontrados para carboidratos, lipídios e proteínas multiplicando-se seus valores em gramas pelos fatores de Atwater (4kcal, 9 kcal e 4 kcal, respectivamente), sendo os resultados expressos em Kcal/100g do produto.

### 2.4.3 Perda por cocção

Com a finalidade de avaliar as perdas que ocorreram nos pães durante a cocção, pesou-se em balança analítica a massa crua e a massa final dos pães após 1 hora de resfriamento, o cálculo segue a equação 1 (PHILIPPI, 2003).

$$(2) \text{ Perdas na cocção (g): } \text{Peso da massa crua (g)} - \text{Peso final (g)}$$

### 2.4.4 Elevação da massa

Para medir esta propriedade, foram usadas formas de mesmo tamanho para assar todas as formulações. Depois de desenformados, os pães foram fatiados em 1,5 cm de largura, mediu-se a altura da fatia com régua, tendo a resposta expressa em cm, seguindo metodologia proposta por Garda, et al. (2012).

### 2.4.5 Volume específico

Essa determinação foi realizada através do método de deslocamento de sementes de painço. Baseia-se na relação entre o volume aparente do pão assado e seu peso, obtido pelo emprego de balança analítica. As amostras foram analisadas 1 hora após a saída do pão do forno, os resultados expressos em mL.g<sup>-1</sup>, calculados através da equação 2 (PIZZINATTO, et al., 1993; EL-DASH, et al., 2006).

$$(2) \text{ VE (mL/g)} = \frac{\text{Volume (mL)}}{\text{Peso (g)}}$$

#### 2.4.6 Textura

A textura do miolo dos pães foi determinada através de um analisador de textura TAX-T2, no qual um probe cilíndrico de 36 mm comprimiu a amostra em 40% do tamanho original, a uma velocidade de 1,7 mm.s<sup>-1</sup>, obtendo-se, assim, os parâmetros de dureza (g), coesividade e mastigabilidade (g) Para a análise, foram utilizadas duas fatias que juntas mediam 2,5cm de espessura (STORCK, et al., 2009).

#### 2.4.7 Cor da crosta e miolo dos pães

As análises para determinação da cor foram realizadas em colorímetro (Minolta Chroma Meter CR-300), na crosta e no miolo dos pães, a análise foi efetuada imediatamente após o corte, pois o miolo tende a escurecer em pouco após exposição prolongada ao ambiente (KENT, 1987). O experimento seguiu o sistema de cor no espaço L\*a\*b\* ou CIE-L\*a\*b\*, definido pela CIE (comissão internacional de iluminação) em 1976, avaliando os valores L\* (luminosidade), a\* que indica uma tonalidade que vai da verde (-) até a vermelha (+) e b\* indica uma tonalidade que vai do azul (-) até o amarelo (+) (MINOLTA, 1994).

#### 2.4.8 Atividade de água

O teor de água livre foi determinado em equipamento Aqualab®. Esta análise foi realizada no miolo dos pães 12 horas após seu processamento (dia 1), 36 horas (dia 2), 60 horas (dia 3), 84 horas (dia 4) até completarem 108 horas após o tratamento térmico (dia 5).

#### 2.4.9 Análises microbiológicas

A avaliação microbiológica seguiu os padrões estabelecidos pelo Regulamento Técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos – RDC n. 12 (BRASIL, 2001), onde as análises realizadas incluíram a contagem de Coliformes a 45°C, *Salmonella sp* e bactérias aeróbias mesófilas, sendo estas análises realizadas apenas no dia 1 (BRASIL, 2003). Para determinação da quantidade de bolores e leveduras que se desenvolveram nos pães sem glúten durante a estocagem foi feita a contagem destes microrganismos no dia 1, no dia 2 e assim consecutivamente até completarem cinco dias do processamento (dia 5) segundo APHA, (2002).

#### 2.4.10 Análise sensorial

Foi realizado teste afetivo de aceitabilidade em nível laboratorial onde 50 provadores expressaram sua aceitação por meio de uma escala hedônica

estruturada de 7 pontos, variando de 1 - desgostei muitíssimo a 7 - gostei muitíssimo (MOREIRA, 2007), sendo avaliados cinco atributos: cor, aroma, textura, sabor e aparência global (Apêndice A). Antes da avaliação os participantes foram instruídos a ler e assinar o termo de Consentimento Livre e Esclarecido declarando-se não alérgicos aos componentes das formulações, permitindo o uso da informação prestada para seu devido fim e também possuidores do direito de desistir de participar a qualquer momento do teste. A avaliação foi realizada em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos do Centro de Ciências Rurais da UFSM. Os pães foram fatiados e uma fatia de cada tratamento foi identificada com números aleatórios de três algarismos e apresentadas de forma monádica aos provadores. Cada participante provou quatro amostras servidas sequencialmente e recebeu ainda um copo com água para limpeza das papilas gustativas entre uma amostra e outra. Este estudo obteve aprovação junto ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria, com protocolo nº 30336014.9.0000.5346.

Um teste de intenção de compra também foi aplicado, com auxílio de uma escala de 5 pontos que variou de 1 – certamente não compraria a 5 - certamente compraria, conforme descrito por Vasconcelos, et al. (2006).

## 2.5 Análise estatística

As análises foram realizadas em três repetições, sendo estas conduzidas em triplicata. Os resultados foram expressos como média±desvio-padrão e submetidos à análise de variância (ANOVA), as médias foram comparadas entre si através do teste de Tukey, considerando o nível de significância de 95% ( $p < 0,05$ ). Os resultados foram analisados através do programa Statistica versão 7.0.

## 3. Resultados e discussão

### 3.1 Avaliação da qualidade dos pães sem glúten

#### 3.1.1 Composição centesimal e valor energético dos pães

Os resultados obtidos para a composição centesimal dos pães, bem como o valor energético são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Composição química e valor energético dos pães sem glúten elaborados com farinha de chia e sem adição de gordura.

Constituintes	Padrão (%)	Tratamento 1 (%)	Tratamento 2 (%)	Tratamento 3 (%)
Umidade	48,42±0,03 <sup>c</sup>	47,47±0,03 <sup>d</sup>	49,35±0,01 <sup>b</sup>	49,52±0,03 <sup>a</sup>
Cinzas	2,06±0,01 <sup>b</sup>	2,33±0,17 <sup>a,b</sup>	2,41±0,35 <sup>a,b</sup>	2,69±0,12 <sup>a</sup>
Proteínas	12,1±0,17 <sup>b</sup>	12,3±0,49 <sup>b</sup>	13,0±0,07 <sup>b</sup>	15,1±0,44 <sup>a</sup>
Lipídios	3,54±0,19 <sup>a</sup>	2,37±0,30 <sup>b</sup>	2,79±0,09 <sup>b</sup>	3,43±0,15 <sup>a</sup>
Fibra alimentar total	6,83±1,21 <sup>a</sup>	5,99±0,38 <sup>a</sup>	6,56±0,96 <sup>a</sup>	7,04±0,96 <sup>a</sup>
Fibra Insolúvel	5,59±0,51 <sup>a</sup>	4,70±0,24 <sup>a</sup>	4,97±0,68 <sup>a</sup>	5,71±0,89 <sup>a</sup>
Fibra solúvel	1,24±0,71 <sup>a</sup>	1,29±0,29 <sup>a</sup>	1,59±0,46 <sup>a</sup>	1,34±0,09 <sup>a</sup>
Carboidratos disponíveis <sup>1</sup>	27,03	29,55	25,89	22,49
Valor energético* (Kcal/100g)	188,47	188,66	180,64	181,29

Valores em base úmida

<sup>1</sup>calculados por diferença [100-(umidade + cinzas + proteína + lipídios + fibra total)].

\*Calculado através dos Fatores de Atwater.

\*\*Padrão: com lipídio; Tratamento 1: 2,5% de farinha de chia; Tratamento 2: 5,0% de farinha de chia; Tratamento 3: 7,5% de farinha de chia

Letras diferentes nas linhas diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey (p±0,05).

A partir dos resultados expressos na tabela 2 pode-se perceber que as concentrações de farinha de chia adicionadas em substituição as farinhas de arroz e soja, bem como a remoção da gordura das formulações acarretaram em diferenças significativas nos componentes avaliados.

Os teores de umidade encontrados para todas as formulações diferiram entre si, sendo que os tratamentos com maiores percentuais de chia apresentaram-se mais úmidos, indicando que a adição da farinha de chia na

formulação auxiliou na retenção de umidade no pão. Esses resultados podem ser atribuídos ao teor de fibras presentes na farinha de chia, as quais podem ter contribuído para maior fixação da água. De acordo com estudos realizados por Vázquez-Ovando, et al. (2009), a capacidade de retenção de água (CRA) da farinha de chia é de 15,41g de água retida/g de amostra, considerada alta e maior que a CRA de resíduos fibrosos de outras sementes, grãos e frutos. Todos os pães sem glúten elaborados apresentaram teores de umidade acima do valor preconizado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, para pães de trigo que é de até 30% (BRASIL, 2012). Alguns autores citam que pães sem glúten possuem maiores teores de umidade em função da quantidade de água necessária para dar consistência ideal a massa ser maior quando comparado aos pães tradicionais (EL-DASH, et al., 1994; ESTELLER; LANNES, 2005).

Para cinzas, apenas a formulação com 7,5% de farinha de chia diferiu significativamente do tratamento padrão, apresentando o maior resultado. O teor de cinzas indica a matéria mineral presente no alimento, sugere-se que esta diferença tenha sido ocasionada pela alteração na fonte vegetal utilizada, já que a farinha da semente de chia pode ser considerada rica em minerais como cálcio, zinco, ferro, cobre, magnésio e fósforo, sendo os dois últimos em quantidade mais elevadas (CAPITANI, et al., 2012). Os pães com 2,5% e 5,0% de farinha de chia não diferiram do pão padrão com relação a este parâmetro, possivelmente pelas quantidades de farinha de chia utilizadas nesses ensaios não terem sido suficientes ao ponto de evidenciarem a maior presença de minerais.

O pão elaborado com 7,5% de farinha de chia diferiu significativamente dos demais tratamentos em relação ao conteúdo proteico, apresentando o maior resultado quando comparado aos demais, tais resultados podem ser justificados pela farinha de chia ser considerada uma boa fonte de proteínas (19 a 27%) além de oferecer um perfil de aminoácidos que não apresenta limitações a indivíduos adultos (WEBER, et al., 1991). Neste estudo as amostras apresentaram valores médios de proteína entre 12,1 e 15,1%, resultados superiores aos encontrados por Pereira, et al. (2013) para pães de batata isentos de glúten enriquecidos com farinha de chia, os quais apresentaram conteúdo proteico de 4,07% para a formulação padrão e 7,59% para o tratamento com 50% de chia.

Com relação ao teor de lipídios, os pães com 2,5% e 5,0% de farinha de chia apresentaram os menores valores não diferindo significativamente entre si, o pão com 7,5% de farinha de chia não apresentou diferença significativa do padrão, mostrando maior teor de gordura. O tratamento 3 obteve maior teor por possuir maior percentual de chia, já que esta é considerada rica em lipídios em função de conter altas quantidades de ácidos graxos poli-insaturados, sendo aproximadamente 60% ácido  $\alpha$ -linolênico (AYERZA; COATES, 2011), o que torna esta formulação mais saudável quando comparado ao padrão, pois mesmo que não tenham diferido estatisticamente com relação a este parâmetro, a gordura encontrada na formulação com chia é de melhor qualidade já que o padrão possui em sua formulação 6% (em relação ao peso das farinhas) de margarina. Coelho e Salas-Mellado, (2015) ao elaborarem

pães com substituição do trigo por farinha e semente de chia perceberam que ao reduzir o conteúdo de gordura vegetal hidrogenada e incluir a chia na formulação houve redução dos níveis de gordura saturada e aumento dos níveis de gordura poli-insaturada principalmente ômega-3, confirmando que a introdução da chia na panificação pode originar produtos mais saudáveis. Os teores de lipídios encontrados neste estudo são menores que os encontrados por Vasconcelos, et al. (2006) para pães adicionados de soja e aveia como incremento de fibras e por Borges, et al. (2011) para pães enriquecidos com farinha integral de linhaça.

Tanto em relação às fibras totais quanto aos teores de fibras solúveis e insolúveis, todas as amostras de pães não apresentaram diferença significativa entre si, porém numericamente os pães que continham maior teor de substituição (7,5%) apresentaram os maiores resultados, com exceção da quantidade de fibras solúveis, onde o maior valor foi obtido pelo pão com 5,0% de farinha de chia. Segundo Olivos-Lugo, et al. (2010), a semente de chia possui grande quantidade de fibra alimentar, em estudos desenvolvidos por Beltrán, et al. (2012), os autores descrevem que a semente de chia possui fibras solúveis e insolúveis em níveis equilibrados quando comparado a outras sementes e raízes, mostrando ser uma excelente fonte deste nutriente, o que justifica os tratamentos com maiores percentuais de farinha de chia exibirem os maiores resultados. Rocha, et al. (2009) encontraram teores semelhantes de fibras totais em pães enriquecidos com farinha de casca e polpa de baru (planta nativa do cerrado composta basicamente de fibras, amido e açúcares), ao substituírem o farelo de trigo por 25 e 50% de farinha de baru encontraram valores médios de 5,35 e 6,19% de fibra alimentar total respectivamente. Pode-se notar que a farinha de chia quando utilizada em concentrações bem menores pode fornecer conteúdo de fibras semelhantes na porção final, mostrando-se uma excelente opção no enriquecimento de alimentos.

O menor teor de carboidratos foi encontrado para o pão com 7,5% de farinha de chia, o valor energético dos pães também evidenciou menores valores para os pães com maiores percentuais de chia. Deve-se considerar que, com a inclusão da farinha de chia à formulação e a remoção parcial das farinhas de arroz e soja há a diminuição no teor de amido, logo a diminuição no teor de carboidratos presentes, esse fator ligado à alteração na quantidade de lipídios diminui de forma positiva o valor energético dos pães. Isso porque o pão é considerado um alimento fonte de carboidratos, e de alto valor energético, porém pobre em termos nutricionais, logo quando se consegue diminuir esses teores incrementando-os com outros nutrientes importantes à saúde como, por exemplo, as fibras, surgem alimentos mais nutritivos e saudáveis que podem ser oferecidos à mesa do consumidor.

### 3.1.2 Parâmetros físicos dos pães sem glúten

#### 3.1.2.1 Volume específico, elevação da massa e perda por cocção

Os resultados de volume específico, elevação da massa e perdas por cocção estão apresentados na tabela 3.



Tabela 3 - Resultados de volume específico, perdas por cocção e elevação da massa obtidos para pães sem glúten com farinha de chia e sem adição de gordura.

Tratamento	Volume específico (mL/g)	Perda por cocção (g)	Elevação da massa (cm)
Padrão	2,61±0,22 <sup>a</sup>	17,23±0,39 <sup>a</sup>	4,13±0,16 <sup>a</sup>
1	2,00±0,07 <sup>b</sup>	17,53±0,20 <sup>a</sup>	3,22±0,02 <sup>b</sup>
2	1,28±0,10 <sup>c</sup>	17,51±0,88 <sup>a</sup>	3,09±0,03 <sup>b</sup>
3	1,39±0,07 <sup>c</sup>	12,38±0,47 <sup>b</sup>	3,04±0,06 <sup>b</sup>

Letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). \*Padrão: com lipídio; Tratamento 1: 2,5% de farinha de chia; Tratamento 2: 5,0% de farinha de chia; Tratamento 3: 7,5% de farinha de chia

O volume específico dos pães diminuiu com a remoção da gordura e a inclusão da farinha de chia, entretanto o pão com 7,5% de farinha de chia não diferiu estatisticamente do pão com 5,0% apresentando um valor numérico maior. A formulação padrão diferiu estatisticamente dos pães com farinha de chia apresentando maior elevação da massa. De acordo com alguns autores, o uso das gorduras influencia no processo de panificação, principalmente aumentando a maciez e o volume do produto, e devido a um maior aprisionamento do gás carbônico garante uma melhor manutenção da qualidade após a cocção, principalmente quando se utiliza gorduras emulsionadas porque estas facilitam a incorporação de água e ar à massa (SHUKLA, 1998; STAUFFER, 1998; CAUVAIN; YOUNG, 2009). Logo, sugere-se que a remoção da margarina e a inclusão da chia tenha prejudicado as características relacionadas ao volume específico e a elevação da massa dos pães, porque além da concentração de chia utilizada não oferecer a quantidade de lipídios necessária à manutenção da massa, forneceu aumento de fibras à formulação prejudicando ainda mais o crescimento, o que já era esperado, já que as fibras estão comumente relacionadas a falhas no processo de panificação como amargor e diminuição do volume (BERRY, 2004). Apesar dos pães elaborados neste estudo não possuírem glúten e por este motivo apresentarem ainda mais dificuldades no crescimento, originando volumes mais baixos do que os pães tradicionais, apresentaram o mesmo comportamento descrito por Coelho e Salas-Mellado, (2015) ao avaliarem o efeito da substituição da farinha de trigo por farinha e semente de chia sobre a qualidade do pão, os autores descrevem que ao reduzir os níveis de gordura vegetal hidrogenada e incluir a chia na formulação houve prejuízo na qualidade tecnológica dos pães em razão da diminuição do volume específico provavelmente pela presença da chia. Stoll, (2012) ao elaborar pães de forma com farinha de trigo utilizando fibra de laranja como substituto de gordura,

relata que as formulações que apresentavam maiores percentuais de fibra obtiveram os menores volumes específicos, o mesmo autor justifica a redução no volume devido à diminuição da retenção de gás ocasionada pela deformação da massa em função da adição das fibras, além destas também absorverem fortemente a água, diminuindo o conteúdo disponível à formação da esponja e crescimento do pão.

A perda de peso ao assar é uma medida que demonstra a capacidade da massa em reter água durante o forneamento, nesse trabalho essa medida variou entre 12,38g e 17,53g, sendo significativamente menor para o pão com 7,5% de farinha de chia, enquanto os tratamentos com menores teores de farinha de chia e o padrão não diferiram entre si apresentando os maiores valores. Como a perda durante a cocção deve-se a evaporação de líquidos, especialmente a água, pode-se afirmar que a adição de 7,5% de farinha de chia na formulação dos pães foi capaz de reter maior quantidade de água aumentando o rendimento do produto elaborado e confirmando o maior teor de umidade encontrado para este tratamento. Os resultados encontrados são condizentes com estudos que relatam que a utilização da chia na elaboração de produtos panificados aumenta a retenção de água e a capacidade de absorção de pães e biscoitos, devido à fração fibrosa desta semente ter um enorme poder de hidratação, podendo aumentar de volume em até três vezes em presença de água (OLIVOS-LUGO, et al., 2010; CAPITANI, et al., 2012; MIGLIAVACCA, et al., 2014).

### 3.1.2.2 Cor da crosta e do miolo dos pães

A cor é um fator importante na panificação e pode ser influenciada por algumas características da massa crua (teor de água, pH, matérias-primas utilizadas) como também por condições do processo de cocção (temperatura, umidade, tempo, forma de transferência de calor), sendo um parâmetro importante na qualidade de produtos panificados (ESTELLER, et al., 2006). Os valores de luminosidade ( $L^*$ ) e coordenadas de cromaticidade ( $a^*$  e  $b^*$ ) encontrados na crosta e miolo dos pães sem glúten com farinha de chia em substituição a gordura estão apresentados na tabela 4.

Através dos resultados mostrados na tabela 4 pode-se perceber que tanto em relação ao miolo como em relação à crosta, os pães com farinha de chia apresentaram-se mais escuros quando comparados ao padrão, evidenciado pela diminuição no valor de luminosidade ( $L^*$ ) e maior tendência ao vermelho (maiores valores de  $a^*$ ) e azul (menores valores de  $b^*$ ), o que mostra a influência da farinha de chia, já que esta é notavelmente mais escura do que as farinhas de arroz e soja, logo sua adição nas formulações promove produtos com coloração mais escura, característica de pães integrais, o que não deve ser considerado um fator negativo (Figura 1), porque além destas características serem frequentemente relacionadas a produtos mais saudáveis deve-se considerar também que um dos principais defeitos de pães sem glúten é a coloração pálida em comparação a pães de trigo, evidenciando positivamente a coloração encontrada (GALLAGHER, et al., 2003).

Tabela 4 - Valores de luminosidade (L\*) e de coordenadas de cromaticidade (a\* e b\*) encontradas na crosta e no miolo dos pães sem glúten com farinha de chia e sem adição de gordura.

**	Cor da crosta			Cor do miolo		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Padrão	69,09±2,30 <sup>a</sup>	7,97±1,82 <sup>b</sup>	36,58±2,07 <sup>a</sup>	79,85±0,52 <sup>a</sup>	0,41±0,10 <sup>b</sup>	26,74±0,11 <sup>a</sup>
1	51,01±1,19 <sup>b</sup>	13,28±0,37 <sup>a</sup>	30,90±0,79 <sup>b</sup>	64,34±2,21 <sup>b</sup>	1,87±0,49 <sup>a</sup>	21,31±0,76 <sup>b</sup>
2	51,77±1,20 <sup>b</sup>	10,59±0,41 <sup>a,b</sup>	27,27±0,25 <sup>c</sup>	61,03±1,00 <sup>c</sup>	2,04±0,17 <sup>a</sup>	18,32±0,30 <sup>c</sup>
3	48,79±2,13 <sup>b</sup>	10,30±1,24 <sup>b</sup>	25,73±0,28 <sup>c</sup>	58,01±0,44 <sup>c</sup>	2,52±0,15 <sup>a</sup>	16,89±0,07 <sup>d</sup>

Letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). \*\*Padrão: com lipídio; Tratamento 1: 2,5% de farinha de chia; Tratamento 2: 5,0% de farinha de chia; Tratamento 3: 7,5% de farinha de chia.

Resultados semelhantes foram obtidos por Vasconcelos, et al. (2006) ao elaborarem pães de forma com farinha de soja e Borges, et al. (2011) para pães adicionados de farinha de linhaça, em ambos os trabalhos a medida que cresciam os níveis de substituição, o escurecimento dos pães tanto na crosta quanto no miolo também aumentava. Estudos desenvolvidos por Phimolsiripol, et al. (2012) descrevem a incorporação de diferentes frações do farelo de arroz em pães sem glúten (base de farinha de arroz) onde a adição de todos os tipos de farelo promoveu um escurecimento significativo na crosta dos pães (menores valores de L\*), os autores citam o escurecimento como um fator desejável já que a farinha de arroz tende a ser mais clara que a farinha de trigo.

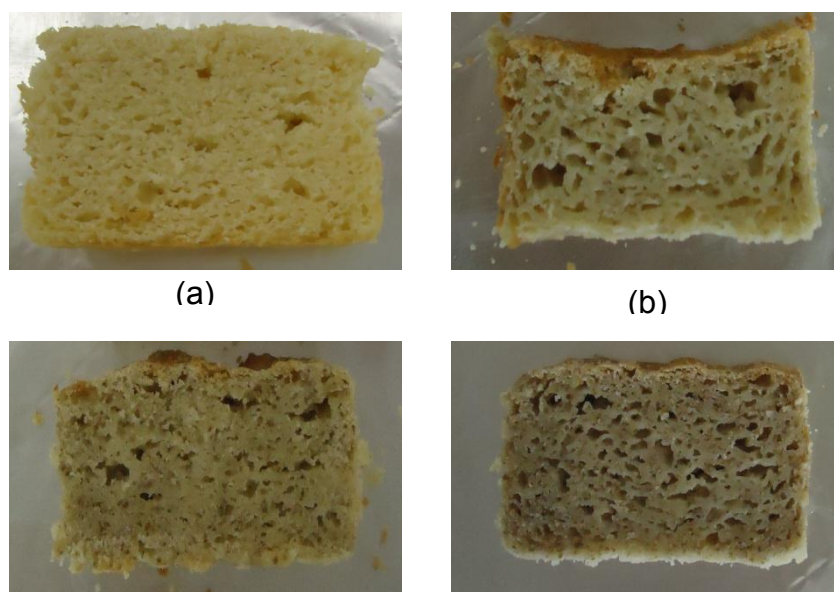


Figura 1 - Pães sem glúten elaborados com farinha de chia e sem adição de gordura: formulação padrão com lipídio (a), tratamento 1- 2,5% de farinha de chia (b), tratamento 2 - 5,0% de farinha de chia (c) e tratamento 3 - 7,5% de farinha de chia (d).

### 3.1.2.3 Atividade de água ( $A_w$ )

A atividade de água ( $A_w$ ) é considerada como uma propriedade de extrema importância no controle de qualidade dos alimentos, uma vez que expressa o teor de água que se encontra no estado livre, ou seja, a água que não está ligada a nenhuma outra substância e sim disponível para a ocorrência de reações (FERREIRA NETO, et al., 2005). A figura 2 apresenta o comportamento da atividade de água dos pães sem glúten durante cinco dias de armazenamento após o processo de cocção.

No primeiro dia de armazenamento após a cocção (12 horas) os pães com farinha de chia e sem gordura apresentaram teores de atividade de água (acima de 0,980) superiores ao encontrado para o padrão (0,975), confirmando os valores de umidade encontrados para os pães neste estudo. Entre o terceiro e o quarto dia, os pães com 2,5% e 5,0% de farinha de chia apresentaram um maior decréscimo, comportamento típico da retrogradação do amido, fenômeno que ocorre através da reconstrução de uma estrutura mais rígida devido às cadeias de amilose ficarem mais disponíveis para se rearranjarem durante o armazenamento dos pães, resultando na migração da água do sistema para as partes mais externas, ou seja, da casca para o miolo dos pães (sinérese) e consequente endurecimento dos produtos de panificação (MUNHOZ, et al., 2004; DENARDIN; SILVA, 2009). O fenômeno de retrogradação não ocorreu no pão padrão até o quinto dia de armazenamento e foi menor para o tratamento com maior percentual de farinha de chia (tratamento 3), o que pode ser justificado pela presença da gordura na massa do pão padrão (já que esta ao formar uma barreira física entre os grânulos de amido impede a saída de

água) e pela maior quantidade de chia no tratamento 3, que permitiu uma maior retenção de água, mantendo a umidade do pão por mais tempo e evita o endurecimento precoce do pão ocasionado pela retrogradação do amido (CAUVAIN, 2007).

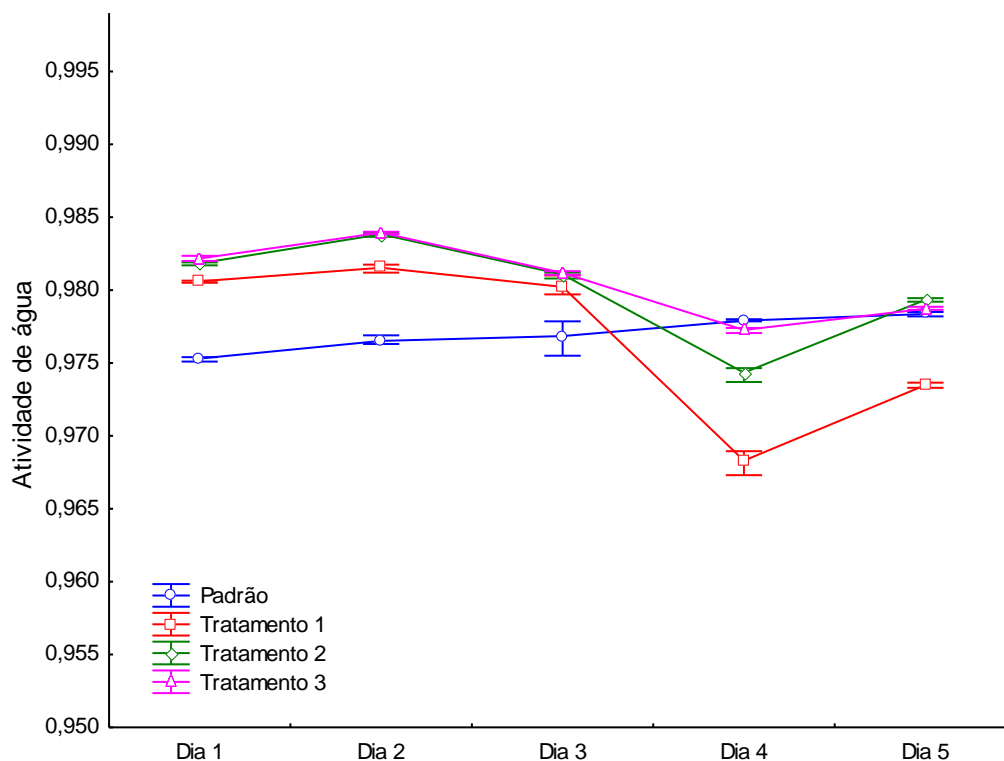


Figura 2 - Atividade de água dos pães sem glúten ao longo dos cinco dias de armazenamento. Padrão: com lipídio; Tratamento 1: 2,5% de farinha de chia; Tratamento 2: 5,0% de farinha de chia; Tratamento 3: 7,5% de farinha de chia

Após o quarto dia de análises, os teores de atividade de água dos pães com farinha de chia sofreram novamente um acréscimo, o que já era esperado já que a água que estaria ligada a mucilagem da chia pode ter sido expelida e tomado a forma de água livre ( $A_w$ ) como ocorreu em estudos desenvolvidos por Garda, et al. (2012) ao elaborarem pães sem glúten com uma mistura de chia e linhaça. Deve-se considerar que a farinha de chia influenciou de forma significativa a atividade de água dos pães, já que a medida que o percentual de chia foi acrescido na formulação, esse parâmetro também aumentou. Tal comportamento pode ser explicado em pelas fibras presentes na farinha de chia possuírem alta capacidade de retenção de água, promovendo assim maior fixação da umidade durante o processamento, resultados semelhantes foram obtidos por Skendi et al. (2010) ao elaborarem pães de forma com fibras isoladas de dois tipos de cevada, porém resultados contrários foram encontrados por Lizaridou, et al. (2006) ao utilizarem fibra isolada de aveia como hidrocolóide em pães sem glúten, com a adição desta fibra não houve mudança significativa na atividade de água dos pães.

### 3.1.2.4 Textura dos pães

A dureza/firmeza pode ser descrita como a força necessária para comprimir o miolo do pão até a sua deformação, avaliada por texturômetro mecânico e correlacionada com a mordida humana durante a ingestão dos alimentos, tem grande relação com a dureza sensorial. A força máxima para produtos de panificação pode depender da formulação, umidade e conservação (CHINACHOTI; VODOVOTZ, 2001; ESTELLER, et al., 2004). Os resultados de textura dos pães sem glúten com farinha de chia sem gordura são apresentados na figura 3.

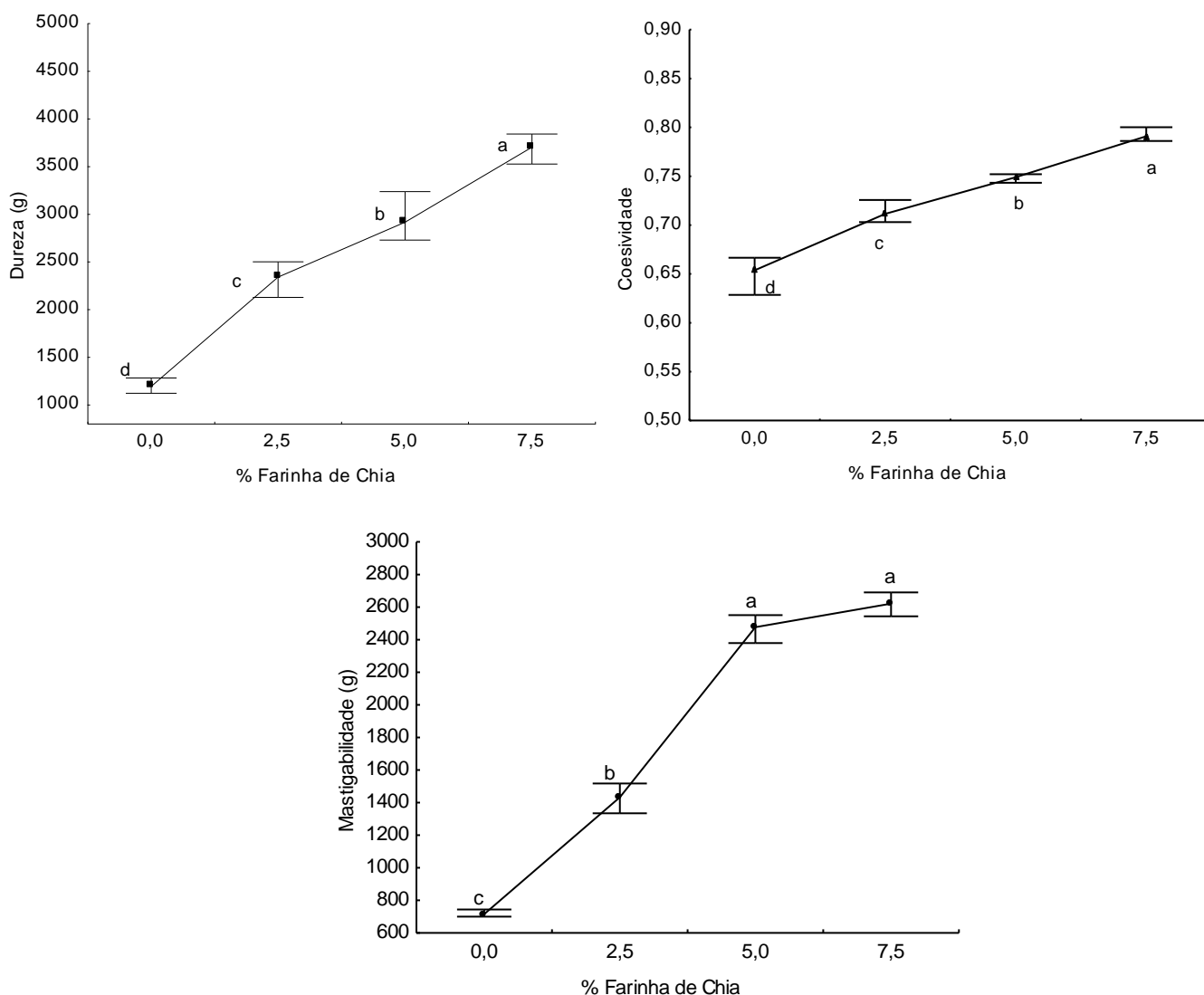


Figura 3 - Parâmetros de textura dos pães sem glúten com farinha de chia e sem adição de gordura. Os valores apresentam-se como média de três repetições, médias seguidas de mesma letra não apresentam diferença significativa entre si. \* Formulação padrão - 0% de farinha de chia; Tratamento 1 - 2,5% de farinha de chia; Tratamento 2 - 5,0% de farinha de chia; Tratamento 3 - 7,5% de farinha de chia.

A remoção da margarina da formulação bem como a substituição parcial da mistura de farinhas de arroz e soja por farinha de chia influenciou de forma significativa a textura dos pães, todos os parâmetros aumentaram à medida que se acresciam os níveis de substituição. Tanto para a dureza como para a coesividade todos os tratamentos apresentaram diferença significativa entre si, já para a mastigabilidade o aumento de 5,0% para 7,5% de farinha de chia na formulação não influenciou estatisticamente este parâmetro. Provavelmente a remoção da gordura das formulações pode ter contribuído para o aumento dos parâmetros de textura avaliados, visto que em produtos de panificação as gorduras são ingredientes extremamente importantes, contribuem para as propriedades de mastigação e seu aumento na formulação confere efeito amaciador à massa, interferindo na textura e maciez do miolo. Autores descrevem que entre alguns efeitos causados pelas gorduras em produtos de panificação a maciez é bastante influenciada, do ponto que pães produzidos sem pelo menos 3% de gordura tendem a ficar duros e bolos com baixo percentual de gordura apresentam prejuízos na mastigabilidade (EL-DASH, 1986; STAUFFER, 1998; CAUVAIN, 2007).

A presença da chia influenciou de forma negativa a qualidade tecnológica dos pães no que se refere à textura, provavelmente em razão das fibras dessa semente terem competido pela água com os outros ingredientes da formulação. Deve-se considerar que em todos os tratamentos havia a presença do hidrocoloide hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) e que o teor de água utilizado se manteve constante com o aumento da quantidade chia na massa. De acordo com Cappa, et al. (2013) o uso de hidrocolóides e ingredientes ricos em fibras geralmente determinam efeitos positivos sobre a textura de pães, a adição destas substâncias especialmente em pães livres de glúten pode melhorar a maciez do miolo devido a alta retenção de água que auxilia na retenção de umidade, porém se a água é limitada na massa original, e muitas substâncias têm de competir por ela, tanto os hidrocolóides como os ingredientes ricos em fibras não conseguem desempenhar sua função como melhoradores de textura. Segundo Mariotti, et al. (2009) quanto maior a presença de fibras na massa maior é a quantidade de água necessária, já que a água desempenha funções de suma importância nas mudanças associadas ao amido que ocorrem durante os processos de panificação. Estas afirmações justificam o comportamento dos pães sem glúten elaborados nesta pesquisa com relação aos parâmetros de textura e sugerem mais estudos com relação à quantidade de água utilizada nas formulações com farinha de chia. Sabanis, et al. (2009) ao avaliarem o efeito do enriquecimento com fibras dietéticas em algumas propriedades selecionadas de pães sem glúten perceberam que a adição de fibra de trigo aos pães colaborava para que a textura dos mesmos se tornasse muito mais firme do que o controle. Jensen, et al. (2015) ao elaborarem pães com farinha de mandioca utilizaram a casca de Psyllium com o intuito de testar a adição de fibras nesse tipo de pão e constataram que a incorporação da fibra na massa resultou em produtos com textura de miolo mais firme e mais coesa, semelhante ao que ocorreu neste estudo quando utilizada a farinha de chia nos pães.

### 3.1.2.5 Avaliação microbiológica dos pães isentos de glúten

Alimentos são facilmente contaminados por microrganismos da natureza, durante manipulação, processamento e armazenamento, sendo que os pães sem glúten são geralmente produtos com alta atividade de água. Logo, a avaliação microbiológica dos pães é de fundamental importância para averiguar se os produtos elaborados estão aptos ao consumo sem prejudicar a saúde do consumidor. Os resultados encontrados na análise microbiológica dos pães são apresentados na tabela 5.

Tabela 5 - Valores da contagem de coliformes a 45°C, *Salmonella sp.* e microrganismos aeróbios mesófilos nos pães sem glúten.

Análises	Valores encontrados			
	Padrão	1	2	3
Contagem de coliformes a 45°C (UFC.g <sup>-1</sup> )	<10 <sup>1</sup>	<10 <sup>1</sup>	<10 <sup>1</sup>	<10 <sup>1</sup>
Presença de <i>Salmonella sp</i> (25g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Contagem de aeróbios mesófilos (UFC.g <sup>-1</sup> )	9,0x10 <sup>1</sup>	6,3x10 <sup>1</sup>	6,3x10 <sup>1</sup>	6,0x10 <sup>1</sup>

Padrão: com lipídio; Tratamento 1: 2,5% de farinha de chia; Tratamento 2: 5,0% de farinha de chia; Tratamento 3: 7,5% de farinha de chia.

A partir dos resultados obtidos nas análises microbiológicas realizadas nos pães (tabela 5) pode-se perceber que os mesmos encontram-se dentro dos padrões exigidos pela ANVISA (BRASIL, 2001), a qual preconiza para pães o valor máximo de coliformes a 45°C de 10<sup>2</sup>UFC/g e ausência de *Salmonella Sp.* em 25g de amostra. A legislação brasileira não estipula limites para microrganismos aeróbios mesófilos desenvolvidos nesse tipo de produto, mas de acordo com Associação Americana de Saúde Pública - APHA, (2001) o limite de mesófilos aceitável em produtos de panificação é de até 10<sup>3</sup>, resultado superior aos encontrados para os pães de todos os tratamentos, o que indica a boa qualidade higiênico-sanitária dos produtos desenvolvidos.

A contaminação por fungos durante a vida de prateleira dos pães ocorre frequentemente e segundo Legan, (1993) espécies de *Penicillium*, sem dúvida são as mais comuns. O chamado “emboloramento” (contaminação por fungos) é o tipo de deterioração microbiológica mais importante nos produtos de panificação e depende do tipo de pão e da temperatura de estocagem dos mesmos (PAZINATO, 1999). Foram realizadas análises de bolores e leveduras durante cinco dias de armazenamento dos pães após o forneamento, sendo esses resultados apresentados na tabela 6.



Tabela 6 - Valores de contagem de bolores e leveduras encontrados nos pães sem glúten durante os cinco dias de armazenamento em temperatura ambiente (aproximadamente 25°C).

Tratamentos*	Dia				
	1	2	3	4	5
Padrão	$2,3 \times 10^2$	$5,6 \times 10^2$	$3,2 \times 10^3$	$1,0 \times 10^5$	$4,7 \times 10^5$
1	$1,3 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	$2,5 \times 10^3$	$5,2 \times 10^4$	$3,3 \times 10^5$
2	$4,0 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	$3,1 \times 10^3$	$5,0 \times 10^4$	$1,4 \times 10^5$
3	$3,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$4,6 \times 10^2$	$1,1 \times 10^3$	$4,5 \times 10^5$

\* Padrão: com lipídio; Tratamento 1: 2,5% de farinha de chia; Tratamento 2: 5,0% de farinha de chia; Tratamento 3: 7,5% de farinha de chia.

O regulamento técnico de padrões microbiológicos para alimentos estabelecido pela ANVISA também não regulamenta limites de bolores e leveduras que caracterizem o pão como impróprio para o consumo, mas de acordo com APHA, (2001) o valor máximo permitido para estes microrganismos na contaminação de pães é de até  $10^3$ , desta forma pode-se perceber através dos resultados apresentados que o pães com 2,5% e 5,0% de farinha de chia estiveram próprios para o consumo até o terceiro dia após o forneamento, já o pão com 7,5% obteve contagem acima do limite somente no quarto dia de estocagem, porém para podermos afirmar que a chia influenciou retardando a contaminação por bolores e leveduras nos pães seriam necessários mais estudos com esta finalidade. Não foi adicionado nenhum tipo de conservante que agisse contra a ação de microrganismos à formulação, logo se sugere que o fator que mais contribuiu para a contaminação dos pães foi o alto teor de atividade de água dos mesmos.

### 3.1.2.6 Avaliação sensorial

Os pães sem glúten elaborados foram avaliados quanto à aceitabilidade de acordo com os atributos cor, aroma, sabor, textura e aparência global. A avaliação sensorial contou com 50 provadores não treinados, as médias das notas atribuídas pelos mesmos são apresentadas na tabela 7.

Os resultados mostram que a maioria das notas dos provadores encontram-se entre 4 e 6, escores classificados como “indiferente” e “gostei muito” na escala hedônica estruturada de sete pontos. Com relação a aparência somente o pão com 5,0% de farinha de chia diferiu do padrão, enquanto que em relação à cor apenas o pão com 2,5% de farinha de chia não apresentou diferença significativa do padrão. Apesar de alguns provadores descreverem que os pães com farinha de chia apresentavam-se mais firmes nas extremidades e com leve sabor residual amargo, todos os pães com farinha de chia não diferiram estatisticamente do padrão ao nível de 5% de

significância com relação aos atributos sabor e textura, mostrando que para estes atributos a farinha de chia não influenciou na aceitabilidade dos provadores.

Tabela 7 - Médias das notas atribuídas para as características de cor, aroma, sabor, textura e aparência para as amostras de pães sem glúten com farinha de chia e sem adição de gordura.

Atributos	Padrão	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3
Cor	5,42±0,93 <sup>a</sup>	4,96±1,16 <sup>a,b</sup>	4,44±1,26 <sup>b</sup>	4,80±1,23 <sup>b</sup>
Aroma	5,04±0,97 <sup>a,b</sup>	5,18±1,19 <sup>a</sup>	4,54±1,13 <sup>b</sup>	4,76±1,02 <sup>a,b</sup>
Sabor	4,92±1,16 <sup>a</sup>	4,98±1,30 <sup>a</sup>	4,48±1,36 <sup>a</sup>	4,82±1,41 <sup>a</sup>
Textura	4,94±1,18 <sup>a</sup>	5,38±1,32 <sup>a</sup>	5,00±1,43 <sup>a</sup>	5,10±1,23 <sup>a</sup>
Aparência	5,42±1,16 <sup>a</sup>	4,88±1,22 <sup>a,b</sup>	4,42±1,25 <sup>b</sup>	4,92±1,12 <sup>a,b</sup>

Letras diferentes nas linhas diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). \* Padrão: com lipídio; Tratamento 1: 2,5% de farinha de chia; Tratamento 2: 5,0% de farinha de chia; Tratamento 3: 7,5% de farinha de chia.

Escore: 1= desgostei muitíssimo; 2= desgostei muito; 3= desgostei; 4= indiferente; 5= gostei; 6= gostei muito; 7= gostei muitíssimo

Coelho e Salas-Mellado, (2015) avaliaram a aceitabilidade de pães de trigo com farinha e semente de chia e a aceitação ficou entre os escores “gostei moderadamente” e “gostei muito”. Puig e Haros, (2011) desenvolveram pães com substituição de 5% da farinha de trigo por chia em diferentes formas (semente, farinha integral e farinha semi e parcialmente desengordurada) e perceberam que a utilização da chia e seus subprodutos incrementou de forma positiva a aceitabilidade dos produtos panificados desenvolvidos.

Com relação à intenção de compra (figura 5), os pães elaborados com 2,5% de farinha de chia obtiveram resposta semelhante ao padrão, ou seja, para o escore “certamente compraria” o pão padrão obteve 40% seguido do tratamento 1 com 38% dos provadores atestando que certamente comprariam o produto.

Os pães com 5,0% e 7,5% de farinha de chia apresentaram os maiores escores negativos “certamente não compraria” e “provavelmente não compraria” apesar de não terem diferido do padrão de acordo com as notas obtidas no teste de aceitação para os atributos sabor e textura, mostrando que possivelmente é o conjunto de atributos do alimento que define a intenção de compra pelo consumidor.

Os pães sem adição de lipídio e com 2,5% de farinha de chia em sua formulação tiveram aceitação satisfatória, visto que além dos resultados da análise sensorial obtiveram resultados promissores quanto às caracterizações química e microbiológica, sendo os que mais se assemelharam ao padrão com relação ao volume específico, elevação da massa e textura instrumental.

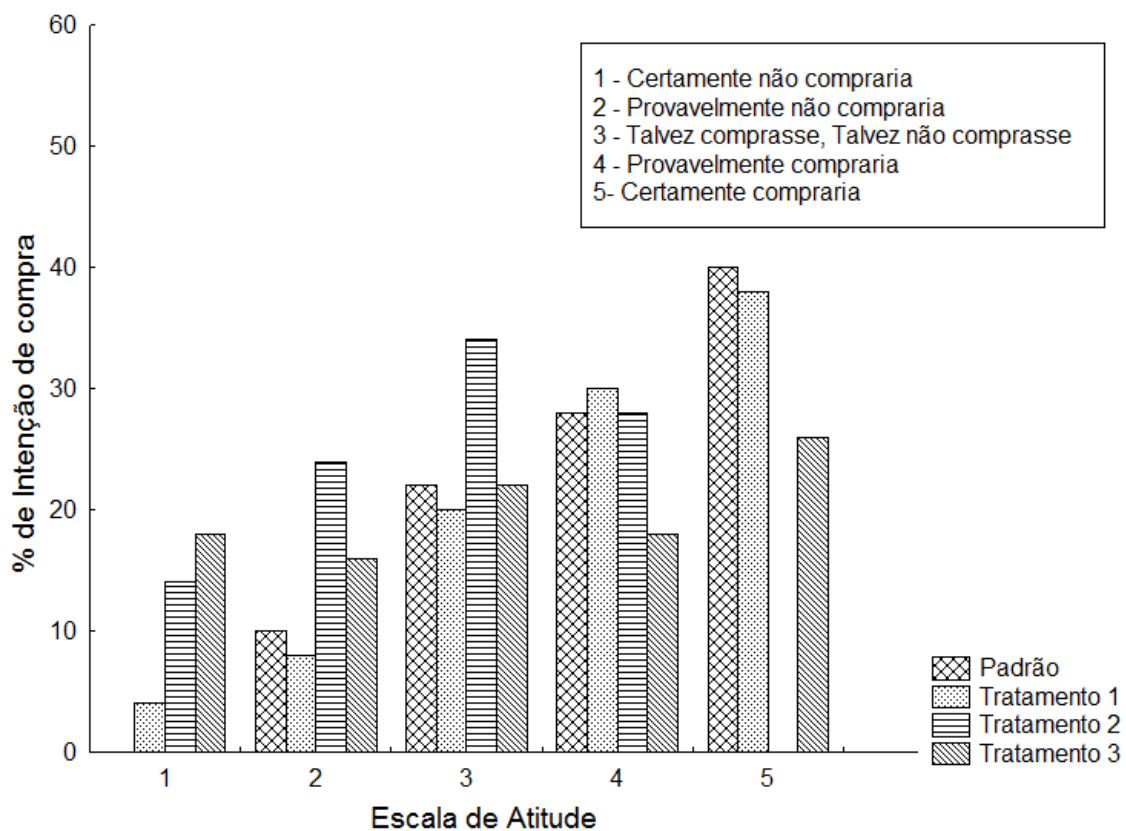


Figura 4 - Intenção de compra obtida na análise sensorial para todas as formulações de pães. \* Padrão: com lipídio; Tratamento 1: 2,5% de farinha de chia; Tratamento 2: 5,0% de farinha de chia; Tratamento 3: 7,5% de farinha de chia.

#### 4. Conclusão

A farinha de chia melhorou as características nutricionais dos pães, como observado na redução do teor de carboidratos e aumento no teor de proteínas, minerais e lipídios para a formulação com 7,5% de farinha de chia, os pães com 2,5% e 5,0% de chia apresentaram os menores teores de lipídios quando comparados ao padrão e ao tratamento com 7,5% de farinha de chia.

Os pães com farinha de chia apresentaram-se mais escuros quando comparados ao padrão. Os valores de volume específico, elevação da massa e perda por cocção diminuíram com a remoção da gordura e à medida que se acresciam os níveis de substituição, todos os parâmetros de textura aumentaram com a inclusão da farinha de chia nas formulações.

As análises microbiológicas realizadas permitem afirmar que todos os pães se encontravam dentro dos limites estipulados pela legislação vigente, a contagem de bolores e leveduras evidenciou que o padrão, bem como os tratamentos 1 e 2 estiveram aptos para o consumo até o terceiro dia de armazenamento, enquanto que o pão com 7,5% de chia se encontrava próprio para o consumo até o quarto dia de estocagem.

Quanto à aceitabilidade para a maioria dos atributos, os pães obtiveram escores que variaram entre “indiferente” e “gostei muito”, com relação à textura e sabor não apresentaram diferença do padrão. Com relação à intenção de compra o pão com 2,5% de farinha de chia foi o que mais se assemelhou ao padrão obtendo como resposta positiva que 38% dos provadores certamente comprariam o produto.

O pão sem gordura com inclusão de 2,5% de farinha de chia em substituição as farinhas de arroz e soja mostrou-se uma ótima alternativa de consumo, pois apresentou boa aceitabilidade e boas características nutricionais, além de apresentar menor teor de lipídios quando comparado ao padrão, oferecendo uma variação saudável e diferenciada neste segmento. Sugerem-se mais estudos que proporcionem melhores características físicas, já que este produto amplia a disponibilidade de produtos isentos de glúten, sendo adequados aos portadores da doença celíaca, assim como para a população em geral.

## Abstract

### **The effect of chia flour ( *Salvia Hispanica* ) on the preparation of gluten-free bread without added fat**

Many studies suggest that among the risk factors for cardiovascular disease are the habits related to the consumption of saturated fats . This study aimed to evaluate the effect of chia flour ( *Salvia Hispanica* L. ) on the physical, microbiological , nutritional and sensory gluten-free breads prepared without added fat . Three formulations were developed with different proportions of chia flour ( 2.5% T1- , T2- 5% T3 - 7.5%) without the addition of fat, and the formulation of the standard sample (without addition of chia flour and using light margarine with 38% fat) . According to the nutritional assessment results, the T3 showed higher protein , lipid value and lower carbohydrate values. The total and insoluble fiber content was also higher for T3. The specific volume decreased with the inclusion of chia, as well as the mass increase . The water activity on the first day was higher for all treatments when compared to standard. However, some decrease on water activity occurred between the 3rd and the 4th day, but returning to increase after the 4th day. At the sensory analysis the treatments did not differ significantly for flavor and texture from the standard sample. Also, T1 showed similar results to standard for purchase intent. The addition of chia flour improves the nutritional properties resulting in a gluten-free bread and fat that can be an alternative to healthy food. Nevertheless, we suggest further studies to improve the physical attributes .

**Key-words:** *fat , chia , gluten-free bread.*

## 5. Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. APHA, Washington, 2002.

ANDRADE A. A. et al. Avaliação sensorial de panificação enriquecidos com farinha de feijão branco para pacientes celíacos. **Nutrir Gerais**, V. 5, n. 8, p. 727-39, 2011.

ASSOCIAÇÃO DOS CELÍACOS DO BRASIL – ACELBRA. **Dados estatísticos**. Disponível em: <<http://www.ancelbra.org.br/2004/estatisticas.php>> Acesso em: 05 de Janeiro de 2015.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 18. ed. Gaithersburg, Maryland, 2005.

AYERZA, R.; COATES, W. Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispânica* L.) **Industrial Crops and Products**. v. 34, p. 1366-1371, 2011.

BELTRÁN, O.; SALGADO, C.; CEDILLO, D. **Estudio de las propiedades de la semilla de chia (*Salvia hispânica* L.) y de la fibra dietaria obtenida de la misma**. In: VII Congreso Nacional de Ciencia de los Alimentos y III Foro de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Guanajuato. 2012. p. 358-366. Disponível em: <<http://www.conesperanza.com.ar/La%20chia%20salvia%20hipanica.pdf>>. Acesso em: 5 de janeiro de 2015.

BERRY, D. Bread on the rise. **Food product design**, 2004. Disponível em: <<http://www.foodproductdesign.com/articles/2004/10/breads-on-the-rise.aspx?pg=4>>. Acesso em: 5 de janeiro de 2015.

BORGES, J.T.S.; PIROZI, M.R.; PAULA, C.D.; RAMOS, D.L.; CHAVES, J.B.P. Caracterização físico-química e sensorial de pão de sal enriquecido com farinha integral de linhaça. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 29, n.1, p. 83-96, jan-jun. 2011.

BORNEO, R.; AGUIRRE, A.; LEÓN, A. E. Chia (*Salvia hispânica* L) Gel Can Be Used as Egg or Oil Replacer in Cake Formulations. **Journal of the American Dietetic Association**, Córdoba, V. 110, n. 6, p. 946-949, jun. 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**. Brasília, 10 de janeiro de 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. **Guia de boas práticas Nutricionais – Pão Francês**. Outubro 2012. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/78ffca004dlfe285a4a7f64031a95fac/Pao+francês.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 4 de janeiro de 2015.

CAPITANI, M.I.; SPOTORNO, V.; NOLASCO, S.M.; TOMÁS, M.C. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispânica* L.) seeds from Argentina. **Food Science and Technology**. v. 45, p. 94-102. 2012.

CAPPA, C.; LUCISANO, M.; MARIOTTI, M. Influence of Psyllium sugar beet fibre and water on gluten-free dough properties and bread quality. **Carbohydrate Polymers**, v. 98, p. 1657-1666. 2013.

CAPRILES, V. D.; ARÊAS, J. A. G. Avanços na produção de pães sem glúten: Aspectos tecnológicos e nutricionais. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 29, n. 1, p. 129-136, jan./jun. 2011.

CAUVAIN, S.; YOUNG, L. **Productos de panadería**. Espanha: Acribia. 2006.

CAUVAIN, S.P.; YOUNG, L.S. **Tecnologia de panificação**. 2.ed. Manole, 440p., 2009.

CAUVAIN, S.P. Bread: the product. In: CAUVAIN, S.T.; YOUNG, L.S. **Technology of breadmaking**. US: Springer, 2007.

CHINACHOTI, P.; VODOVOTZ, Y. **Bread Staling**. New York: CRC Press LLC. 177p. 2001.

COELHO, M.S.; SALAS-MELLADO, M.M. Effects of substituting chia (*Salvia hispânica* L.) flour for seeds for wheat flour on the quality of the bread. **LWT – Food Science and Technology**. v. 60, p. 729-736. 2015.

DENARDIN, C.C.; SILVA, L.P. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n.3, p. 945-954, mai-jun. 2009.

EL-DASH, A. A.; CAMARGO, C. O.; DIAZ, N. M. **Tecnologia Agroindustrial: Fundamentos da Tecnologia de Panificação**. Governo do Estado do Paraná – Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, São Paulo, 2006.

EL-DASH, A.A. **Fundamentos da tecnologia de panificação: tecnologia agroindustrial**. São Paulo: Secretaria da Indústria. Comércio, Ciência e Tecnologia e Tecnologia. 347p. 1986.

EL-DASH, A.A.; CABRAL, L.C.; GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas – uso de farinha mista de trigo e soja na produção de pães**. Brasília: Embrapa. v.3, 88p. 1994.

ESTELLER, M.S. AMARAL, R.L. LANNES, S.C.S. Effect of sugar and fat replacers on the texture of baked goods. **Journal of Texture Studies**. Chicago, v. 35, p. 383-393. 2004.

ESTELLER, M.S.; LANNES, S.C.S. Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**. v. 25, n.4, p. 802-806, 2005.

ESTELLER, M.S.; LIMA, A.C.O.; LANNES, S.C.S. Color measurement in hamburger buns with fat and sugar replacers. **LWT, Wädenswil**,v.39, p. 184-187, 2006.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Wheatless Bread**. Roma: FAO, 1989. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/t0207e/T0207E00.htm#Contents>> Acesso em: 19 novembro 2014.

FERNANDES, A.F. **Utilização de farinha de casca de batata na elaboração de pão integral**. 2006. 127f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2006.

FIGUEIRA, F. S. et al. Pão sem glúten enriquecido com a microalga *Spirulina platensis*. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 4, p. 308-316, out/dez. 2011.



GALLAGHER, E.; GOMERLY, T.R.; ARENDT, E.K. Crust and crumb characteristics of gluten free breads. **Journal of Food Engineering**, v. 56, p. 253-151. 2003.

GARDA, M.R.; ALVAREZ, M.S.; LATTANZIO, M.B.; FERRARO C.; COLOMBO, M.E. Rol de los hidrocoloides de semillas de chía y lino em la optimización de panificados libres de gluten. **Diaeta**, Buenos Aires. v. 30, n. 240, p. 31-38. 2012.

GUERREIRO, L. Dossie Técnico – panificação. REDETEC (Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro). Disponível em: <<http://sbrt.ibict.br/upload/dossies/sbrtdossie27.pdf?PHPSESSID=6a52ffcd1cfbeece24e924efc001a407>>. Acesso em: dezembro 2013.

JACOB, J. LEELAVATHI, K. Effect of fat-type on cookie dough and cookie quality. **Journal of Food Engineering**, v. 79, n.1, p.299-305, 2007.

JHONG-TAI, F. YUNG-HO, C. SY-YU, S. Rheological, antioxidante and sensoru properties of dough and Mantou (steamed bread) enriched with lemon fiber. **LWT – Food Science and Technology**. v. 61, p. 56-62. 2015.

KAGNOFF, M. Overview and pathogenesis of celiac disease. **Gastroenterology**, v. 128, n. 4, p. 8-10, 2005.

LAZARIDOU, A.; DUTA, D.; PAPAGEORGIOU, M.; BELC, N. BILIADERIS. Effects of hydrocolloids ond dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. **Journal of Food Engineering**, v. 79, p. 1033-1047. 2007.

LEE, S.; INGLETT, G.E. CARRIERE, C.J. Effect of Nutrim oat bran and flax seed on rheological properties of cakes. **Cereal Chemistry**. v. 81, n.5, p. 637-642, 2004.

LEGAN, J.D. **Mould spoilage of bread: the problem and some solutions.** **International Biodeterioration & Biodegradation**, v.32, Issues 1-3, 1993, p. 33-53. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em 15 abr. 2004.

LIMA, F. E. L.; MENEZES, T. N.; TAVARES, M. P.; SZARFARC, S. C.; FISBERG, R. M. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: Uma revisão. **Revista Nutrição**. Campinas, v.2 p. 73-80. 2000.

MACHADO, M. M. **Desenvolvimento de formulações de bolos de chocolate light utilizando farinha do mesocarpo de maracujá e hidrocolóides**. 2012. 96 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente) – Universidade de Tiradentes, Aracajú, 2012.

MARIOTTI, M.; LUCISANO, M.; PAGANI, M.A.; NG, P.K.W. The role of corn starch, amaranth flour, pea isolate, and Psyllium flour on the rheological properties and the ultra structure of gluten-free doughs. **Food Research International**, v.42, p. 963-975. 2009.

MELO, S. B. C. et al. Prevalence and demographic characteristics of celiac disease among blood donors in Ribeirão Preto, State of São Paulo, Brazil. **Digestive Diseases and Sciences**, v. 51, n. 5, p. 1020 – 1025, 2006.

MIGLIAVACCA, R.A.; SILVA, T.R.B.; VASCONCELOS, A.L.S. FILHO, W.M.; BAPTISTELLA, J.L.C. O cultivo da chia no Brasil: Futuro e Perspectivas. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.3, n. especial, p. 161-179, 2014.

MINOLTA. **Precise color communication**: color control from feeling to instrumentation. Minolta Co Ltd, Osaka, Japão, 1994. 49 p.

MOREIRA, M. R. **Elaboração de pré-mistura para pão sem glúten para celíacos**. 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

MUNHOS, M.P.; WEBER, F.H.; CHANG, Y.K. Influência de Hidrocolóides na Textura de gel de amido de milho. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**. Campinas, v. 24, n. 3, p. 403-406, jul-set, 2004.

NETO, C.J.F.; FIGUEIREDO, R.M.F.; QUEIROZ, A.J.M. Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandioca temperadas. **Ciência e agrotecnologia**. Lavras, v. 29, n.4, p. 795-802, jul-ago. 2005.

NUNES, A.G.; FARIA, A.P.S.; STEINMACHER, F.R.; VIEIRA, J.T.C. **Processos Enzimáticos e Biológicos na Panificação**. 2006. Trabalho de curso (Engenharia Bioquímica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. 2006.

OLIVOS-LUGO, B. L.; VALDIVIA-LÓPEZ, M.A. TECANTE, A. Thermal and Physicochemical Properties and Nutritional Value of the Protein Fraction of Mexican Chia Seed (*Salvia hispânica* L.) **Food Science and Technology International**. v. 16, n.1, p. 89-96, 2010.

PAZINATO, B.C. **Panificação artesanal**. Campinas, SP: Cati, 1999. 46p. PEREIRA, J. CIACCO, C.F.; VILELA, E.R.; PEREIRA, R.G.F.A. Função dos Ingredientes na Consistência da massa e nas características do pão de queijo. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**. Campinas, v. 24, n. 4, p. 494-500, outubro. 2004.

PHILIPPI, S. T. **Nutrição e técnica dietética**. Barueri: Manole, 2003. p.27 – 35.

PHIMOLSIRIPOL, Y.; MUKPRASIRT, A.; SCHOENLECHNER, R. Quality improvement of rice-based gluten-free bread using diferente dietary fibre fractions of rice bran. **Cereal Science**. v. 56, p. 153-161. 2012.

PREICHARDT, L. D. et al. Efeito da goma xantana nas características sensoriais de bolos sem glúten. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Pelotas, v. 03, n. 01, p. 70-76, 2009.

PUIG, E. I., & HAROS, M. La chia em Europa: El nuevo ingrediente en produtos de panadería. **Artículos Técnicos. Alimentaria**, v. 420, p. 73-77. 2011.

REYES-CAUDILLO, E.; TECANTE, A.; VALDÍVIA-LÓPEZ, M. A. Dietary fibre content antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispânica* L.) seeds. **Food Chemistry**, v. 107, p. 656-663, 2008.

ROSELL, C.M. ROJAS, J.A. BENETITO DE BARBER, C. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. **Food Hydrocolloids**, v. 15, p. 75-81. 2001.

SABANIS, D.; LEBESI, D. TZIA, C. Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread. **LWT – Food Science and Technology**, v. 42, p. 1380-1389. 2009.

SANTIAGO, R.A.C.; ROCHA, L.S. Implicações nutricionais e sensoriais da polpa e casca de baru (*Dipterix Alata* vog.) na elaboração de pães. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**. Campinas, v. 29, n. 4, p. 820-825, out-dez, 2009.

SHUKLA, T.P. Baking with low or no fat. **Cereal Foods World**, St Paul, v. 43, n.3, p. 169-171, 1998.

SKENDI, A.; BILIADERIS, C.G.; PAPAGEORGIU, M.; IZYDORCZYK, M.S. Effects of two barley  $\beta$ -glucan isolates on wheat flour dough and bread properties. **Food Chemistry**, v. 119, p.1159-1167, 2010.

STAUFFER, C. E. Principles of dough formation. In: CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. S. **Technology of breadmaking**. Us: Springer, 2007.

STAUFFER, C.E. Fats and oils in bakery products. **Cereal Foods World**, St Paul, v. 43, n.3, p. 120-126, 1998.

STOLL, L. **Utilização de Fibra de Laranja como substituto de gordura em Pão de Forma**. 2012. 64f. Trabalho de Conclusão de curso de Graduação (Engenharia de Alimentos). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2012.

STORCK, C.R. et al. Características tecnológicas de pães elaborados com farinha de arroz e transglutaminase. **Brazilian Journal Food Technology II SSA**, janeiro, 2009.

THEBAUDIN, J. Y. et al. Dietary fibres: Nutritional and technological interest. **Trends in Food Science & Technology**, v. 8, p. 41-48, 1997.

THOMPSON, T. et al. Gluten-free diet survey: are Americans with coeliac disease consuming recommend amount of fibre, iron, calcium and grain foods? **Journal of human Nutrition Diet**, v.18, n. 3, p. 163-9, 2005.

VASCONCELOS, A.C.; PONTES, D.F.; GARRUTI, D.S.; SILVA, A.P.V. Processamento e aceitabilidade de pães de forma a partir de ingredientes funcionais: farinha de soja e fibra alimentar. **Alimentos e Nutrição**. Araraquara. v. 17, n.1, p. 43-49, jan-mar. 2006.

VÁZQUEZ-OVANDO, A. et al. Physiochemical properties of a fibrous fraction from chia ( *Salvia hispânica* L.). **LWT – Food Science and Technology**, V. 42, p. 168-173, 2009.

WEBER, C.W.; GENTRY, H.S.; KOHLHEPP, E.A.; MCCROHAN, P.R. The nutritional and chemical evaluation of chia seeds. **Ecology of Food & Nutrition**. v. 26, p. 119-125. 1991.

## 4 CONCLUSÕES GERAIS

A farinha de chia mostrou ser um alimento rico em fibra alimentar, o que torna possível sua adição em outros produtos com o intuito de aumentar o teor de fibras dos mesmos, e por consequência fornecer uma alimentação mais saudável aos indivíduos celíacos ou não.

A substituição da goma através da substituição parcial da mistura de farinhas base (arroz e soja) por farinha de chia proporcionou pães com valor nutricional mais elevado, já que a maioria dos parâmetros analisados na composição centesimal dos pães aumentou quando comparado ao pão padrão. Para os pães elaborados com farinha de chia e sem gordura, a formulação com 7,5% de farinha de chia apresentou maiores resultados de cinzas, lipídios, proteínas e fibras, enquanto que mostrou o menor valor de carboidratos quando comparado aos demais tratamentos.

Os pães elaborados com farinha de chia sem goma e sem gordura apresentaram volumes específicos menores do que o pão padrão, a elevação da massa mostrou comportamento similar. Entretanto, houve diminuição das perdas por cocção com a adição da farinha de chia nos pães.

A adição da farinha de chia nos pães ocasionou uma diminuição nos valores de  $L^*$ , maiores valores de  $a^*$  e menores valores de  $b^*$  indicando um escurecimento do produto, tanto na crosta quanto no miolo dos pães elaborados sem goma e sem gordura.

A atividade de água dos pães elaborados com farinha de chia e sem goma no primeiro dia de armazenamento apresentaram-se semelhantes ao padrão, já os pães elaborados sem gordura apresentaram atividade de água maior que o pão padrão. Todos os pães com farinha de chia apresentaram um decréscimo entre o terceiro e o quarto dias de estocagem, porém logo após o quarto dia aumentaram novamente, enquanto o pão padrão se manteve praticamente constante com relação a este parâmetro.

Todos os parâmetros de textura foram influenciados com a inclusão da farinha de chia na formulação, tanto a dureza como a coesividade e a mastigabilidade obtiveram aumento com a substituição. As análises microbiológicas apontaram que

todos os pães se encontravam dentro dos padrões exigidos pela legislação, a contagem de bolores e leveduras revelou que os pães de todos os tratamentos se encontravam aptos para o consumo até o terceiro dia de armazenamento a temperatura ambiente.

Com relação a análise sensorial, para os pães elaborados sem goma, a formulação que continha 2,5% de farinha de chia em substituição as farinhas de arroz e soja foi a mais aceita com valores próximos a 5, escore representado na escala por “gostei”, já para os pães elaborados sem gordura todos os tratamentos não apresentaram diferença significativa para sabor e textura com relação ao padrão. O tratamento com 2,5% de farinha de chia apresentou intenção de compra semelhante ao padrão.

A adição de farinha de chia na elaboração de pães sem glúten sem goma e gordura, quando utilizada na proporção de 2,5% em relação à mistura de farinhas base, resulta em um produto que pode ser alternativa de alimento saudável para o consumidor celíaco, bem como para a população em geral, pois apresenta boas características nutricionais, microbiológicas e sensoriais, porém são necessários mais estudos que busquem a melhoria dos parâmetros físicos, já que estes são imprescindíveis para uma boa aceitação por parte do consumidor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE A. A. et al. Avaliação sensorial de panificação enriquecidos com farinha de feijão branco para pacientes celíacos. **Nutrir Gerais**, V. 5, n. 8, p. 727-39, 2011.

ANDRADE, L. A. **Caracterização da mucilagem do Taro (*Colocasia esculenta*) quanto ao poder emulsificante**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

ARAÚJO, H. M. C. **Impacto da doença celíaca na saúde, nas práticas alimentares e na qualidade de vida de celíacos**. 2008. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

ARAÚJO, W. M. C. et al. **Alquimia dos Alimentos**. Brasília: Editora Senac - DF, p. 321-388, 2009.

ARMERO, E., COLLAR, C. Crumb and kinetics of wheat breads with antistaling additives. **Journal of Cereal Science** V. 28, p. 165-174, 1998.

ASSOCIAÇÃO DOS CELÍACOS DO BRASIL – ACELBRA. **Dados estatísticos**. Disponível em: <<http://www.acebra.org.br/2004/estatisticas.php>> Acesso em: 03 de novembro de 2014.

AYERZA, R.; COATES, W.; LAURIA, M. Chia seed (*Salvia hispânica L.*) as na omega-3 fatty acid source for broilers: influence on fatty acid composition, cholesterol and fat content of white and dark meats, growth performance, and sensory characteristics. **Poultry Science**, v. 81, p. 826-837, 2002.

BÁRCENAS, M.E., DE LA O-KELLER, J., ROSELL, C.M. Influence of different hydrocolloids on major wheat dough components (gluten and Starch). **Journal of Food Engineering** V.94, p.241- 247, 2009.

BENASSI, V. T.; WATANABE, E.; LOBO, A. R. Produtos de panificação com conteúdo calórico reduzido. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 225-242, jan./jun. 2001.

BORNEO, R.; AGUIRRE, A.; LEÓN, A. E. Chia (*Salvia hispanica L*) Gel Can Be Used as Egg or Oil Replacer in Cake Formulations. **Journal of the American Dietetic Association**, Córdoba, V. 110, n. 6, p. 946-949, jun. 2010.

BROOKER, B. E. The stabilization of air in cake batters the role of fat. **Food Structure**, v. 12, p. 285–296, 1993.

BUENO, M. et al. Análisis de la calidad de los frutos de *Salvia hispánica L.* (Lamiaceae) comercializados en la ciudad de Rosario (Santa Fe, Argentina). **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, vol. 9, n. 3, p. 221-227, may. 2010.

CAPITANNI, M. I. et al. Caracterização físico-química e funcional dos subprodutos de semente de Chia (*Salvia hispanica L.*) da Argentina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 45, p. 94 – 102, 2012.

CAPRILES, V. D.; ARÊAS, J. A. G. Avanços na produção de pães sem glúten: Aspectos tecnológicos e nutricionais. **B.CEPPA**, v. 29, n. 1, p. 129-136, jan./jun. 2011.

CARTER, J. F. Potential of flaxseed and flaxseed oil in baked goods and other products in human nutrition. **Cereals Food World**, v. 38, n. 10, p. 753-759, 1993.

CLERICI, M. T. P. S.; EL-DASH, A. A. Farinha extrusada de arroz como substituto de glúten na produção de pão de arroz. **ALAN**, Caracas, v. 56, n. 3, set. 2006.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Report of the twenty-fi ve session of the Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses - Alinorm 04/27/26. Appendix III – **Draft revised standard for gluten free-foods**. Bonn, Germany, 3–7 November 2003. Disponível em: <[http://www.fao.org/docrep/meeting/008/j1464e/j1464e01.htm#P49\\_12812](http://www.fao.org/docrep/meeting/008/j1464e/j1464e01.htm#P49_12812)> Acesso em: 22 novembro 2014.



FARIAS, A. S. **Massas para pizza com restrição de glúten**. 2009. 41 f. Monografia (Especialização em Qualidade em Alimentos) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

FARO, H. C. **Doença celíaca: revisão bibliográfica**. 2008. 95 f. Monografia (Especialização em Pediatria) – Programa de residência médica em pediatria do Hospital Regional da Asa Sul, Brasília, 2008.

FASANO, A. et al. Prevalence of celiac disease in at-risk and not-at-risk groups in the United States. **Journal Pediatric Gastroenterology and Nutrition** V. 163, p. 286-292, 2003.

FIGUEIRA, F. S. et al. Pão sem glúten enriquecido com a microalga *Spirulina platensis*. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 4, p. 308-316, out/dez. 2011.

FIGUEROLA, F.; MUÑOZ, O.; ESTEVEZ, A. M. La linaza como fuente de compuestos bioactivos para la elaboración de alimentos. **Agro-sur**, v. 36, n. 2, p. 49-58, 2008.

GANDOLFI L. et al. Prevalence of celiac disease among blood donors in Brazil. **American Journal of Gastroenterology**, v. 95, p. 689-692, 2000.

GARDA, M. R. et al. Rol de los hidrocoloides de semillas de chía y lino en la optimización de panificados libres de glúten. In: XV Congreso Latinoamericano y Del Caribe de Nutricionistas Dietistas. XI Congreso Argentino de Graduados em Nutrición, 2012, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires, p. 31-38, 2012.

GOHARA, A. K. et al. Chemometric Methods Applied to the Mineral Content Increase in Chocolate Cakes Containing Chia and Azuki. **Journal of the Brazilian Chemical Society** V. 24, n. 5, p. 771-776, 2013.

HOFFENBERG, E. J. et al. A prospective study of the incidence of childhood celiac disease. **Journal of Pediatrics**, v. 143, n. 3, p. 308-314, 2003.

IXTAINA, V. Y. **Caracterización de la semilla y el aceite de chia (*Salvia hispánica L.*) obtenido mediante distintos procesos. Aplicación em tecnología de alimentos.** 2010. 301 f. Tese (doutorado). Universidad Nacional de La Plata, Centro de Investigación y Desarrollo em Criotecnología de Alimentos, Facultad de Ingeniería de La Universidad Nacional Del Centro de La Provincia de Buenos Aires, 2010.

JÚNIOR, H. P. L.; LEMOS, A. L. A. *Chia (Salvia hispánica)*. **Diagnostico e Tratamento**, v. 17, n. 4, p. 180-182, 2012.

KAGNOFF, M. Overview and pathogenesis of celiac disease. **Gastroenterology**, v. 128, n. 4, p. 8-10, 2005.

MACHADO, M. M. **Desenvolvimento de formulações de bolos de chocolate light utilizando farinha do mesocarpo de maracujá e hidrocolóides.** 2012. 96 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente) – Universidade de Tiradentes, Aracajú, 2012.

MARTIN, C. A. et al. Trans fatty acid-forming processes in foods: a review. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 2006.

MARTINEZ, M. L. et al. Chia (*Salvia hispánica L.*) oil extraction: Study of processing parameters. **Food Science and Technology**, v. 47, p. 78-82, 2012.

McGLINCHEY, N. Los almidones especiales abren nuevas oportunidades a la hora de sustituir las grasas empleadas en bollería. **Alimentaria**, Madrid, v. 276, p. 109-114, 1996.

MELO, S. B. C. et al. Prevalence and demographic characteristics of celiac disease among blood donors in Ribeirão Preto, State of São Paulo, Brazil. **Digestive Diseases and Sciences**, v. 51, n. 5, p. 1020 – 1025, 2006.

MIGLIAVACCA, R.A.; SILVA, T.R.B.; VASCONCELOS, A.L.S. FILHO, W.M.; BAPTISTELLA, J.L.C. O cultivo da chia no Brasil: Futuro e Perspectivas. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.3, n. especial, p. 161-179, 2014.

MOREIRA, M. R. 2007. **Elaboração de pré-mistura para pão sem glúten para celíacos**. 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

MUNHOZ, M. P., WEBER, F. H., CHANG, Y. K. Influência de hidrocolóides na textura de gel de amido de milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 403-406, jul-set, 2004.

ORMENESE, R. D. C. S. C.; CHANG, Y. K. Massas alimentícias de arroz: uma revisão. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, V. 20, n. 2, jul./dez. 2002.

OROZCO, B.; ROMERO, M. R. La chía, alimento milenario. **Industria alimentaria (México, D.F.)**, Cidade do México, v. 25, n. 5, p. 20–29, 2003.

PEREIRA, S. B. et al. Análise físico-química e sensorial do pão de batata isento de glúten enriquecido com farinha de chia. **Demetra**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 125-136, 2013.

PREICHARDT, L. D. et al. Efeito da goma xantana nas características sensoriais de bolos sem glúten. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Pelotas, v. 03, n. 01, p. 70-76, 2009.

REYES-CAUDILLO, E.; TECANTE, A.; VALDÍVIA-LÓPEZ, M. A. Dietary fibre content antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispânica* L.) seeds. **Food Chemistry**, v. 107, p. 656-663, 2008.

ROSELL, C.M., YOKOYAMA, W., SHOEMAKER, CRheology of different hydrocolloids-rice starch blends. Effect of successive heating cooling cycles. **Carbohydrate Polymers** v. 84, p. 373-382, 2011.

SALAZAR-VEGA, M. et al. Composición en ácido graso alfa linolénico en huevo y carne de aves empleando chía (*salvia hispânica* l.) en el alimento. **Revista Interciencia**, v. 34 n. 3, Caracas, mar. 2009. Disponível em:

<<http://www.scielo.org/ve/pdf/inci/v34n3/art13.pdf>> Acesso em: 24 de novembro de 2014.

SILVA, T. S. G.; FURNALETTO, T. W. Diagnóstico de doença celíaca em adultos. **Rev. Associação de Medicina Brasileira**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, V. 56, n. 1, p. 122-6, 2010.

SPADA, J.C.; Dick, M.; PAGNO, C.H.; VIEIRA, A.C.; BERNSTEIN, A.; COGHETTO, C.C.; MARCZAK, L.D.F.; TESSARO, C.I.; CARDOZO, N.S.M.; FLORES, S.H. 2014. Caracterização física, química e sensorial de sobremesas à base de soja, elaboradas com mucilagem de chia. **Ciência Rural**, Santa Maria. V. 44, p. 374-379.

STAUFFER, C. E. Principles of dough formation. In: CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. S. **Technology of breadmaking**. Us: Springer, 2007.

TEDRUS, G. A. S. et al. Estudo da adição de vital glúten à farinha de arroz, farinha de aveis e amido de trigo na qualidade de pães. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. V. 21, n. 1, p.20-25, jan/abr. 2001.

THEBAUDIN, J. Y. et al. Dietary fibres: Nutritional and technological interest. **Trends in Food Science & Technology**, v. 8, p. 41-48, 1997.

THOMPSON, T. et al. Gluten-free diet survey: are Americans with coeliac disease consuming recommend amount of fibre, iron, calcium and grain foods? **Journal of human Nutrition Diet**, v.18, n. 3, p. 163-9, 2005.

TOMBINI, J. **Aproveitamento tecnológico da semente de chia (*Salvia Hispânica L.*) na formulação de barra alimentícia**. 2013. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Química) – Universidade Tecnológica do Paraná – Pato Branco – PR, 2013.

TOSATI, J. V. **Determinação da taxa de respiração de tomate cereja e da permeabilidade à gás de filme comestível a base de hidroxipropilmetilcelulose (HPMC)**. 2013. 106 p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em

Engenharia de Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2013.

URIBE. J. A. R. et al. Extraction of oil from chia seeds with supercritical CO<sub>2</sub>. **The Journal of Supercritical Fluids**. México, v. 56, n. 2 p. 174-178, 2011.

UTPOTT, M. **Utilização da mucilagem da chia (Salvia hispânica L.) na substituição da gordura e/ou gema de ovo em maionese**. 2012. 49 f. Monografia (Curso de Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

VÁZQUEZ-OVANDO, A. et al. Physiochemical properties of a fibrous fraction from chia ( Salvia hispânica L.). **LWT – Food Science and Technology**, V. 42, p. 168-173, 2009.

## APÊNDICES

### Apêndice A - Instrumento para avaliação sensorial

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

Gênero: M ( ) F ( ) Idade: 18-30 ( ) 31-50 ( ) + de 51 ( )

Amostra: \_\_\_\_\_

Você está recendo uma amostra de pão sem glúten, por favor, prove-a e assinale, através da escala, o quanto gostou ou desgostou dos seguintes atributos do produto:

ESCALA	ATRIBUTOS				
	COR	AROMA	SABOR	TEXTURA	APARÊNCIA
GOSTEI MUITÍSSIMO					
GOSTEI MUITO					
GOSTEI					
INDIFERENTE					
DESGOSTEI					
DESGOSTEI MUITO					
DESGOSTEI MUITÍSSIMO					

Observações: \_\_\_\_\_ -  
\_\_\_\_\_

Com relação à intenção de compra, se este produto estivesse à venda no mercado, você (marque um x ao lado da opção pretendida):

Certamente compraria	
Provavelmente compraria	
Talvez comprasse, talvez não comprasse	
Provavelmente não compraria	
Certamente não compraria	