



**MARIA CLARA ROCHA**

**EXTRAÇÃO, PROPRIEDADES FÍSICO-  
QUÍMICAS E UTILIZAÇÃO DE MUCILAGEM  
DE CHIA (*Salvia hispanica* L.) COMO  
SUBSTITUTO DE GORDURA EM BISCOITOS**

**LAVRAS – MG**

**2017**

**MARIA CLARA ROCHA**

**EXTRAÇÃO, PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E UTILIZAÇÃO  
DE MUCILAGEM DE CHIA (*Salvia hispanica* L.) COMO SUBSTITUTO  
DE GORDURA EM BISCOITOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Desenvolvimento e Avaliação Funcional, Química, Biológica e Sensorial de Alimentos, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Maria de Fátima Píccolo Barcelos

**LAVRAS - MG**

**2017**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Rocha, Maria Clara.

Extração, propriedades físico-químicas e utilização de mucilagem de chia (*Salvia hispanica* L.) como substituto de gordura em biscoitos / Maria Clara Rocha. - 2017.

122 p. : il.

Orientador(a): Maria de Fátima Píccolo Barcelos.

.  
Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. Mucilagem de chia. 2. Substituto de gordura. 3. Biscoitos. I. Barcelos, Maria de Fátima Píccolo. . II. Título.

**MARIA CLARA ROCHA**

**EXTRAÇÃO, PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E UTILIZAÇÃO  
DE MUCILAGEM DE CHIA (*Salvia hispanica* L.) COMO SUBSTITUTO  
DE GORDURA EM BISCOITOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Desenvolvimento e Avaliação Funcional, Química, Biológica e Sensorial de Alimentos, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 28 de março de 2017.

Dra. Maria da Penha Pícolo Barcelos UFES

Dr. Wilson César de Abreu UFLA

Dra. Maria de Fátima Pícolo Barcelos  
Orientadora

**LAVRAS - MG  
2017**

*Aos meus amados pais, Wellington Wagno Rocha e Maria Oliveira Rocha, e aos amigos que me apoiaram todo o tempo, e me deram forças para seguir em frente e concluir mais essa importante etapa da minha vida!*

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Jeová Deus, pela força, coragem concedida, e por me orientar em todos os campos da minha vida. Aos meus pais Wellington Wagno Rocha e Maria Oliveira Rocha, e aos meus irmãos, pelo incentivo, ajuda e companheirismo, apesar da distância física entre nós.

À Universidade Federal de Lavras, mais diretamente ao Programa de Pós Graduação em Ciência dos Alimentos, PPGCA, pela oportunidade e condições oferecidas para a realização do curso de Mestrado. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, pela concessão da bolsa de Mestrado e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, FAPEMIG, pela concessão de recursos financeiros para a realização da pesquisa.

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria de Fátima Pícolo Barcelos, pela sua competência na orientação, dedicação, amizade e incentivo durante todo o período de execução deste trabalho. Aos professores Eduardo Valério de Barros Vilas Boas, Jaime Vilela de Resende e Wilson César de Abreu, pelas inúmeras ajudas durante todo o curso. Aos professores Washington Azevêdo da Silva e Christiano Vieira Pires, da Universidade Federal de São João del-Rei pela parceria e empréstimo de equipamentos para a realização deste trabalho.

Aos funcionários que tanto me ajudaram nas análises laboratoriais, Tina, Cidinha, Tales, Amanda, dentre outros; aos amigos Ana Paula Bressani, Cintia, Isadora, Mariá, Sérgio e Ana Paula Lima, pelo apoio e ajuda durante o decorrer do mestrado e por não me deixarem desistir, apesar das dificuldades e desânimos.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a conclusão deste trabalho.

Muito obrigada!

## RESUMO GERAL

Os grãos de chia (*Salvia hispanica* L.) apresentam em sua composição quantidades consideráveis de proteínas livres de glúten, ácidos graxos essenciais, minerais, vitaminas, ácidos fenólicos e fibra alimentar, destacando-se a mucilagem liberada, quando esses grãos são imersos em água. Essa mucilagem atua como fibra solúvel e exibe propriedades de hidratação, retenção de água, desenvolvimento de viscosidade e conservação de frescor, especialmente em produtos de forno, no entanto, permanece fortemente aderida ao grão, o que dificulta sua extração. Nesse contexto, este estudo objetivou a extração da mucilagem de chia por três métodos: prensagem dos grãos de chia hidratados (método A), secagem e fricção dos grãos de chia (método B) e secagem, reidratação e liofilização (método C) com variações na temperatura de extração (25°C, 45°C, 65°C e 85°C), avaliando-se o rendimento. Na mucilagem de chia obtida pelo método de extração de maior rendimento foram realizadas análises de composição química, solubilidade, capacidade de absorção de água (CAA), capacidade de retenção de água (CRA), capacidade de retenção de óleo (CRO), atividade emulsificante (AE), cor, microscopia eletrônica de varredura (MEV) e comportamento reológico. Com a mucilagem obtida, foram elaborados biscoitos com redução de 10%, 20% e 30% da gordura da formulação. Nos biscoitos realizou-se a composição química, cor, textura e análise sensorial. O método que apresentou o maior rendimento foi o método C, na temperatura de 85°C, sendo de 6,44%. A mucilagem de chia apresentou valores elevados de solubilidade, CRA e AE, mas baixos valores de CAA e CRO. Em relação a cor, a mucilagem obtida exibiu coloração bege, e nas imagens de MEV da mucilagem foram observadas estruturas de aspecto quebradiço e não uniforme. Quanto ao comportamento reológico, as dispersões de mucilagem de chia apresentaram comportamento mais próximo ao Newtoniano nas concentrações de 0,2% e 0,4% e como fluido pseudoplástico nas concentrações de 0,6%, 0,8% e 1,0%. Os biscoitos com substituição de gordura por mucilagem de chia apresentaram redução nos teores de lipídeos, nos valores energéticos, na luminosidade ( $L^*$ ) e na cor amarela ( $b^*$ ). O aumento da substituição da gordura conferiu maior dureza nos biscoitos com substituição de 20% e 30%. Na análise de aceitação sensorial dos biscoitos, observou-se que as notas de aceitação para os tratamentos com substituição de 20% e 30% da gordura foram mantidas, com variação das notas de 'gostei ligeiramente' a 'gostei moderadamente', e para a intenção de compra, notas entre 'não sei' a 'provavelmente compraria', respectivamente. A mucilagem de chia mostrou-se como uma alternativa promissora para ser utilizada como substituto de gordura no processo de fabricação de biscoitos.

Palavras-chave: Mucilagem de chia. Substituto de gordura. Biscoitos

## GENERAL ABSTRACT

Chia seeds (*Salvia hispanica* L.) present in their composition amounts regarded as gluten-free proteins, essential fatty acids, minerals, vitamins, phenolic acids and dietary fiber, standing out mucilage released when those seeds are soaked into water. That mucilage acts like soluble fiber and displays properties of hydration, water-holding, viscosity development and freshness conservation, especially in oven products; nevertheless, it remains tightly stuck to the seed which makes its extraction difficult. In this context, this study intended the extraction of the chia mucilage by three different methods: pressing and freeze-drying (A method), drying and friction (B method) and drying, rehydration and freeze-drying (C method) with variations at the extraction temperature (25°C, 45°C, 65°C and 85°C), evaluating the yield. In the chia mucilage by the highest yield extraction method analyses of chemical composition, solubility, water absorption capacity (CAA), water-holding capacity (CRA), oil-holding capacity (CRO), emulsifying capacity (AE), color, scanning electron microscopy and rheological behavior. With the obtained mucilage by the highest yield extraction method, biscuits with a reduction of 10%, 20% and 30% of the formulation fat were obtained. In the biscuits, the chemical composition, color, texture and sensorial analyses were carried out. The method which presented the highest yield was the C method at the temperature of 85°C, its being of 6.44%. The chia mucilage presented high values of solubility, CRA and AE, but low values of CAA and CRO. Relative to color, the mucilage obtained displayed beige coloration and on the images of the mucilage, on the structure, a brittle and non-uniform aspect was found. As regards the rheological behavior, the mucilage dispersions presented behavior closer to the Newtonian one at the concentrations of 0.2% and 0.4%, and as a pseudoplastic fluid at the concentrations of 0.6%, 0.8% and 1.0%. The biscuits with a replacement of fat by chia mucilage presented reduction in the lipid contents, in the energy values, in luminosity (L\*) and in the yellow color (b\*). The increase of the replacement of fat gave greater hardness in the biscuits with replacement of 20% and 30%. In the analysis of sensorial acceptance of the biscuits, it was found that the acceptance scores for the treatments with replacement of 20% and 30% of fat were maintained, with variation of the scores of “I liked it slightly” to “I liked it moderately” and for purchase intention, scores between “I do not know” to “I would probably buy it”, respectively. Chia mucilage proved to a promising alternative to be utilized as a replacer of fat in the biscuit-making process.

Keywords: Chia mucilage. Fat replacer. Biscuits

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

- Figura 1 Grãos de chia (*Salvia hispanica* L.) ..... 18
- Figura 2 Planta de chia com flor roxa.  
..... 19
- Figura 3 Grãos de chia após maceração em água. .... 30

### CAPÍTULO 2

- Figura 4 Fluxograma de extração da mucilagem de chia por diferentes métodos. .... 54
- Figura 5 Mucilagem de chia extraída pelo método C a 85°C após liofilização. .... 63
- Figura 6 Imagens obtidas por MEV da mucilagem de chia liofilizada A) 19x e B) 167x. .... 73
- Figura 7 Efeito da taxa de deformação sobre a tensão de cisalhamento à temperatura de 25°C de dispersões de mucilagem de chia..... 75
- Figura 8 Efeito da taxa de deformação sobre a viscosidade aparente à temperatura de 25°C de dispersões de mucilagem de chia..... 76

### CAPÍTULO 3

- Figura 9 Ficha utilizada para avaliar a aceitação sensorial dos biscoitos. .... 96
- Figura 10 Ficha utilizada no teste de intenção de compra dos biscoitos. .... 97
- Figura 11 Biscoitos elaborados. BC: biscoito controle, BI, BII e BIII: biscoitos com substituição de 10, 20 e 30% da gordura por mucilagem de chia, respectivamente. .... 101
- Figura 12 Mapa de preferência para o atributo aparência em que BC, BI, BII e BIII representam as porcentagens de 0, 10, 20, e 30% de substituição de gordura por mucilagem de chia, nas formulações dos biscoitos, respectivamente. .... 108

Figura 13	Mapa de preferência para o atributo sabor em que BC, BI, BII e BIII representam as porcentagens de 0, 10, 20, e 30% de substituição de gordura por mucilagem de chia, respectivamente. .....	110
Figura 14	Mapa de preferência para o atributo textura em que BC, BI, BII e BIII representam as porcentagens de 0, 10, 20, e 30% de substituição de gordura por mucilagem de chia, respectivamente. .....	112
Figura 15	Mapa de preferência para o atributo impressão global em que BC, BI, BII e BIII representam as porcentagens de 0, 10, 20, e 30% de substituição de gordura por mucilagem de chia nos biscoitos, respectivamente.....	113
Figura 16	Mapa de preferência para a intenção de compra dos biscoitos em que BC, BI, BII e BIII representam as porcentagens de 0, 10, 20, e 30% de substituição de gordura por mucilagem de chia nos biscoitos, respectivamente.....	116

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

Tabela 1	Composição química da chia e de outros grãos .....	21
Tabela 2	Conteúdo de minerais encontrado na farinha de chia desidratada.....	23
Tabela 3	Rendimento total de mucilagem dos grãos de chia (matéria seca, MS) em diferentes temperaturas e métodos de extração: Método A (prensagem e liofilização), método B (secagem e fricção) e método C (secagem, reidratação e liofilização).....	61

### CAPÍTULO 2

Tabela 4	Composição aproximada dos grãos de chia e da mucilagem de chia liofilizada. ....	63
Tabela 5	Valores médios de capacidade de absorção de água (CAA) (g água/g de mucilagem), capacidade de retenção de água (CRA) (g água/g de mucilagem) e capacidade de retenção de óleo (CRO) (g óleo/g de mucilagem). ....	68
Tabela 6	Parâmetros reológicos obtidos para os diferentes tratamentos.....	74
Tabela 7	Formulações dos biscoitos com substituição de gordura (manteiga) por mucilagem de chia liofilizada .....	93
Tabela 8	Composição química aproximada com respectivos desvios padrão e valor energético dos biscoitos com substituição de gordura por mucilagem de chia. ....	100

### CAPÍTULO 3

Tabela 9	Parâmetros de coloração dos biscoitos com substituição da gordura por mucilagem de chia. ....	102
Tabela 10	Parâmetros de textura dos biscoitos com substituição da gordura por mucilagem de chia.....	104

Tabela 11	Valores médios das notas de aceitação dos diferentes tratamentos quanto aos atributos sensoriais. ....	107
Tabela 12	Notas médias de intenção de compra dos diferentes tratamentos. ....	115

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL..... 15</b>
1.1	Objetivo geral ..... 17
1.2	Objetivos específicos..... 17
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO..... 18</b>
2.1	Considerações gerais dos grãos de chia ( <i>Salvia hispanica</i> L.) ..... 18
2.2	Composição química dos grãos de chia..... 20
2.3	Hidrocoloides..... 24
2.4	Fibra alimentar ..... 26
2.4.1	Considerações gerais..... 26
2.4.2	Mucilagem de chia, métodos de extração e sua utilização em alimentos ..... 29
2.5	Substitutos de gordura ..... 33
2.5.1	Carboidratos miméticos de gordura ..... 34
2.5.2	Proteínas miméticas de gordura..... 34
2.5.3	Triacilgliceróis sintéticos ..... 35
2.5.4	Compostos sintéticos ..... 36
2.6	Biscoitos ..... 36
<b>CAPÍTULO 2 EXTRAÇÃO E PROPRIEDADES FÍSICO- QUÍMICAS DA MUCILAGEM DE CHIA (<i>Salvia hispanica</i> L.) ..... 47</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO..... 49</b>
1.1	Objetivo geral..... 51
1.2	Objetivos específicos ..... 51
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS ..... 52</b>
2.1	Métodos de extração da mucilagem ..... 52

2.2	Composição química aproximada dos grãos e da mucilagem de chia.....	54
2.3	Propriedades físico-químicas da mucilagem .....	55
2.3.1	Solubilidade .....	55
2.3.2	Capacidade de absorção de água (CAA) .....	56
2.3.3	Capacidade de retenção de água (CRA) .....	57
2.3.4	Capacidade de retenção de óleo (CRO) .....	58
2.3.5	Atividade emulsificante (AE) .....	58
2.4	Cor instrumental.....	59
2.5	Microscopia eletrônica de varredura (MEV) .....	59
2.6	Comportamento reológico.....	59
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	61
3.1	Métodos de extração da mucilagem .....	61
3.2	Composição química dos grãos e da mucilagem de chia .....	63
3.3	Propriedades físico-químicas da mucilagem .....	67
3.3.1	Solubilidade .....	67
3.3.2	Capacidade de absorção de água (CAA), capacidade de retenção de água (CRA) e capacidade de retenção de óleo (CRO).....	68
3.3.3	Atividade emulsificante (AE) .....	70
3.4	Cor instrumental.....	71
3.5	Microscopia eletrônica de varredura (MEV) .....	72
3.6	Comportamento reológico.....	73
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	80

	<b>CAPÍTULO 3 ELABORAÇÃO, AVALIAÇÃO FÍSICA E SENSORIAL DE BISCOITOS COM SUBSTITUIÇÃO DA GORDURA POR MUCILAGEM DE CHIA (<i>Salvia hispanica</i> L.)</b>	
	.....	<b>86</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>88</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivo geral .....</b>	<b>91</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>91</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>92</b>
<b>2.1</b>	<b>Ingredientes dos biscoitos.....</b>	<b>92</b>
<b>2.2</b>	<b>Elaboração da massa dos biscoitos .....</b>	<b>92</b>
<b>2.3</b>	<b>Composição química aproximada dos biscoitos.....</b>	<b>93</b>
<b>2.4</b>	<b>Cor instrumental.....</b>	<b>94</b>
<b>2.5</b>	<b>Textura instrumental.....</b>	<b>94</b>
<b>2.6</b>	<b>Análise sensorial.....</b>	<b>94</b>
<b>2.7</b>	<b>Delineamento experimental e análise estatística .....</b>	<b>98</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>99</b>
<b>3.1</b>	<b>Composição química aproximada dos biscoitos.....</b>	<b>99</b>
<b>3.2</b>	<b>Cor instrumental.....</b>	<b>101</b>
<b>3.3</b>	<b>Textura instrumental.....</b>	<b>104</b>
<b>3.4</b>	<b>Análise sensorial.....</b>	<b>106</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Teste de aceitação.....</b>	<b>106</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Teste de intenção de compra.....</b>	<b>114</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>118</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>119</b>

## **CAPÍTULO 1**

### **1 INTRODUÇÃO GERAL**

O surgimento precoce das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), diabetes, câncer e doenças cardiovasculares, está diretamente associado, dentre outros fatores, ao consumo excessivo de carboidratos simples, sal, gorduras saturadas e *trans*, e baixo consumo de fibras, tudo isso aliado ao sedentarismo (AZEVEDO et al., 2014; WHO, 2010; WHO, 2005).

Morrem 38 milhões de pessoas a cada ano por DCNT, sendo que mais de 14 milhões dessas mortes ocorrem entre as idades de 30 e 70 anos, das quais 85% estão em países em desenvolvimento e, mais especificamente, no Brasil, a proporção de mortes nas capitais, por este motivo, aumentou mais de três vezes entre 1930 e 2006 e, em 2012, correspondeu a 74% do total de óbitos do país (WHO, 2014; BRASIL, 2011).

Segundo critérios da Organização Mundial de Saúde (OMS), alguns componentes da alimentação brasileira são considerados insuficientes, a exemplo de certos minerais, vitaminas e fibras e outros considerados excessivos, tais como açúcar e/ou gorduras não saudáveis, as gorduras saturadas e *trans*. Entre os alimentos processados ou ultraprocessados, os biscoitos doces, dentre outros, estão entre os que fornecem mais calorias (BRASIL, 2014).

Visando recuperar a qualidade de vida, o consumidor vem se tornando cada vez mais exigente e preocupado em buscar uma alimentação mais saudável. Neste contexto, as indústrias de alimentos têm procurado atender aos anseios da população, adequando as formulações de seus produtos, a fim de disponibilizar no mercado, alimentos com perfis mais saudáveis (PINTADO et al., 2016; CIROLINI; SEVERO; CALLEGARO, 2004).

Observa-se neste contexto, o destaque para os grãos de chia (*Salvia hispanica* L.), cujo consumo tem aumentado gradativamente no Brasil devido a sua composição química, com quantidades consideradas de proteínas livres de glúten, ácidos graxos essenciais e fibra alimentar, destacando-se a mucilagem de relevante ação hidrocoloide, além de conter minerais, vitaminas e ácidos fenólicos e que oferece um potencial considerável para o desenvolvimento de alimentos mais saudáveis (PINTADO et al., 2016; CAPITANI et al., 2015).

Na elaboração de novos produtos, as indústrias de alimentos têm se beneficiado cada vez mais da presença dos hidrocoloides para utilização como espessantes, gelificantes, estabilizantes e emulsificantes em sistemas alimentícios. Os grãos de chia, quando em contato com a água, liberam gel mucilaginoso de alta solubilidade e com propriedades espessantes, porém, são necessários mais estudos visando à metodologia de extração desse gel pelo fato de se apresentar extremamente aderido aos grãos em questão (CAPITANI et al., 2015; VIEBKE, AL-ASSAF; PHILLIPS, 2014).

Uma das estratégias na fabricação de alimentos mais saudáveis se estabelece na obtenção de produtos com reduzidos teores de gorduras. Desta forma, surgem os substitutos de gordura, *fat replacers*, descritos como ingredientes de formulações alimentícias que substituem algumas ou todas as funções da gordura, mas não apresentam calorias ou possuem valor reduzido de calorias. São utilizados para a redução de gordura, ingredientes derivados dos próprios lipídeos, dos carboidratos (mucilagens, amidos e outros), proteínas e ingredientes sintéticos (LI; NIE, 2015; BORNEO; AGUIRRE; LEÓN, 2010; LINDSAY, 2010).

Conforme a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os biscoitos são produtos obtidos pela mistura de farinha(s), amido(s) e/ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processo de amassamento e cocção (BRASIL, 2005). Os biscoitos apresentam boa aceitação e são consumidos por

crianças, adolescentes e idosos, no entanto, alguns possuem elevado teor de gordura e sacarose e, por isso, são geralmente evitados por consumidores preocupados com a manutenção da saúde (MAURO; SILVA; FREITAS, 2010).

Devido ao forte apelo nutricional e funcional dos consumidores, a indústria de alimentos tem investido cada vez mais em pesquisas, cujos objetivos envolvem a elaboração de biscoitos com baixos teores de gordura e açúcar, e enriquecidos com fibras, tornando-se importante investigar substâncias capazes de promover respostas tecnológicas, sensoriais e nutricionais satisfatórias, visando conferir maior satisfação e qualidade de vida à população que os consome (MAURO; SILVA; FREITAS, 2010; PARK; CHOI; KIM, 2015; ZOULIAS; OREOPOULOU; TZIA, 2002).

### **1.1 Objetivo geral**

Avaliar métodos de extração da mucilagem do grão de chia, caracterizar a mucilagem e verificar sua viabilidade como substituto de gordura em biscoitos.

### **1.2 Objetivos específicos**

- a) Verificar a composição química do grão de chia;
- b) Selecionar o método adequado para a extração da mucilagem de chia;
- c) Caracterizar química e físico-quimicamente, a mucilagem extraída do grão de chia pelo método selecionado;
- d) Utilizar a mucilagem de chia como substituto parcial de gordura em biscoitos, e avaliar objetiva e sensorialmente os biscoitos elaborados.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Considerações gerais dos grãos de chia (*Salvia hispanica* L.)

A chia (*Salvia hispanica* L.) é uma planta herbácea, de 1 a 1,5 m de altura, pertencente à família Lamiaceae que produz grãos ovais pretos, acastanhado escuro e alguns brancos, medem de 2,1 mm de comprimento, 1,3 mm de largura e 0,8 mm de espessura (FIGURA 1). Apresentam flores com coloração que varia do branco ao roxo e espigas nas extremidades dos ramos (FIGURA 2). Seu cultivo é realizado desde os tempos pré-colombianos, sendo nativa do sul do México e norte da Guatemala (TOLENTINO et al., 2014; CAPITANI et al, 2013; MUÑOZ et al., 2012a; IXTAINA; NOLASCO; TOMÁS, 2008).



Figura 1 Grãos de chia (*Salvia hispanica* L.)



Figura 2 Planta de chia com flor roxa.  
Fonte: (DI SAPIO, 2012).

Anteriormente à conquista das Américas, a chia ocupava a terceira posição de importância em grãos, perdendo apenas para o milho e o feijão, e serviu como alimento básico das civilizações que habitavam o México e a América Central. Durante o período de colônia, o cultivo de chia quase desapareceu, permanecendo apenas nas regiões montanhosas isoladas do México e Guatemala (JIMÉNEZ, 2010).

A chia é encontrada naturalmente em locais de floresta de carvalho ou de pinho-carvalho, e seu cultivo comercial se concentra nos países como Austrália, Bolívia, Equador, Colômbia, Guatemala, México, Peru, Argentina e no Brasil, onde as regiões do oeste do Paraná e noroeste do Rio Grande do Sul

vêm cultivando a chia obtendo bons resultados (MIGLIAVACCA, 2014; BUSILACCHI, 2013; CAPITANI 2013; IXTAINA; NOLASCO; TOMÁS, 2008).

Apesar da chia não ser um alimento bem conhecido, seu cultivo tem aumentado gradualmente em todo o mundo, devido às suas propriedades nutricionais e funcionais. Mesmo apresentando histórico de consumo em outros países, no Brasil, conforme a ANVISA, os grãos de chia atendem ao conceito de novo alimento ou ingrediente que não é conhecido, comercializado ou consumido de forma significativa no país, necessitando dessa forma, mais estudos sobre o referido grão (BRASIL, 2013; SALGADO-CRUZ et al., 2013; MUÑOZ et al., 2012a).

Os grãos de chia são consumidos não apenas na sua forma isolada, mas também como ingredientes em barras alimentícias, biscoitos, cereais matinais e outros com maior frequência em vários países das Américas, bem como na Austrália (MUÑOZ et al., 2012a).

## **2.2 Composição química dos grãos de chia**

Grãos de chia são constituídos de nutrientes importantes como proteínas livres de glúten, ácidos graxos, se destacando  $\alpha$ -linolênico ( $\omega$ -3) e linoleico ( $\omega$ -6), vitaminas do complexo B e de outras substâncias com alegações de propriedades funcionais, tais como os antioxidantes e a fração fibra alimentar, se destacando a porção mucilagínosa com ação hidrocoloide.

A Tabela 1 apresenta a composição química dos grãos de chia comparada a outros grãos alimentícios.

Tabela 1 Composição química da chia e de outros grãos

Grão	Composição química (%)				
	Carboidratos	Proteínas	Lipídeos	Fibra	Cinzas
Chia	26-41	15-25	30-33	18-30	4-5
Cevada	73,5	12,5	2,3	17,3	2,3
Trigo	71,1	13,7	2,5	12,2	1,8
Aveia	66,3	16,9	6,9	10,6	1,7
Milho	74,3	9,4	4,7	3,3	1,2
Arroz	79,1	6,5	0,5	2,8	0,5

Fonte: Adaptado de Capitani (2013); Mohd Ali et al. (2012)

Os grãos de chia possuem de 26 a 41% de carboidratos e 18 a 30% são fibras alimentares, sendo a maior parte composta de fibra insolúvel (MOHD ALI et al., 2012; LEE, 2009). O conteúdo de fibra alimentar é superior ao encontrado em cereais, como cevada, trigo, aveia, milho e arroz, conforme Tabela 1 (CAPITANI, 2013; IXTAINA; NOLASCO; TOMÁS, 2008).

O percentual de proteínas dos grãos de chia oscila entre 15-25% valor superior ao encontrado em grãos de cevada, trigo, milho e arroz, (TABELA 1) e similar aos encontrados em lentilha (23%), ervilha (25%) e grão de bico (21%). Além disso, a chia não contém glúten, sendo o seu consumo indicado para pessoas que apresentam doença celíaca. A chia apresenta adequado perfil de aminoácidos essenciais, com destaque para os aminoácidos lisina e metionina (4,44 g/16g N e 0,36 g/16g N, respectivamente) presentes em hidrolisados de proteínas de grãos de chia (PICININ, 2014; CAPITANI, 2013; IXTAINA; NOLASCO; TOMÁS, 2008).

A chia apresenta teor de lipídeos bem superior ao encontrado em grãos de arroz, cevada, aveia, trigo e milho (TABELA 1), contendo de 30 a 33%, sendo que 50-57% correspondem ao ácido  $\alpha$ -linolênico ( $\omega$ -3) e 17-26% ao

ácido linoleico (ômega-6), assim mostrando-se com maior teor de ácidos graxos essenciais em relação ao girassol, linhaça e cártamo, (67%, 72% e 75%, respectivamente) (CAPITANI, 2013; MOHD ALI et al., 2012; AYERZA, 1995).

Os ácidos graxos poli-insaturados da família ômega-3 quando ingeridos são convertidos nos ácidos graxos docosahexaenoico (DHA) e eicosapentanoico (EPA), participando no desenvolvimento do cérebro em crianças e na proteção do sistema cardiovascular em adultos, respectivamente, e, além disso, são precursores de eicosanoides que incluem as prostaglandinas, troboxanos e leucotrienos que exercem funções hormonais no organismo. O consumo de alimentos ricos em ácidos graxos poli-insaturados da família ômega-3 pode reduzir os níveis de colesterol, de triacilgliceróis e assim reduzir os riscos de desenvolvimento de DCNT (SALAS-MELLADO; COELHO, 2014; LEE, 2009).

A chia se destaca nos minerais: cálcio, fósforo, magnésio, potássio, ferro, zinco e cobre. Apresenta teor de cálcio, fósforo e potássio bem superior ao encontrado no trigo, arroz, cevada, aveia, milho e leite (CAPITANI, 2013). A Tabela 2 apresenta o conteúdo de minerais encontrado nos grãos de chia.

Tabela 2 Conteúdo de minerais encontrado na farinha de chia desengordurada.

Minerais	Farinha de chia desengordurada (mg/100g)
Cálcio	1180
Potássio	1100
Magnésio	500
Fósforo	1170
Alumínio	4,3
Boro	1,4
Cobre	2,6
Ferro	20,4
Manganês	6,8
Sódio	2,9
Zinco	8,5

Fonte: Adaptado de Capitani (2013).

O grão de chia é uma boa fonte de vitaminas do complexo B apresentando teor de niacina de 6,13 mg/100g, superior ao encontrado em arroz, milho e soja; e teor de tiamina de 0,18 mg/100g e de riboflavina de 0,04 mg/100g, valores esses similares aos dos grãos de arroz e milho (CAPITANI, 2013).

Os grãos de chia também possuem compostos fenólicos sendo os principais os ácidos caféico e clorogênico, em extratos não hidrolisados, e ainda os flavonoides, como quercetina e kaempferol, em extratos hidrolisados, que possuem atividade antioxidante, anti-inflamatória, anticarcinogênica e antitrombótica (MOHD ALI et al., 2012; REYES-CAUDILLO; TECANTE; VALDIVIA-LÓPEZ, 2008; TAGA; MILLER; PRATT, 1984).

### 2.3 Hidrocoloides

Os hidrocoloides são polímeros de cadeia longa de alto peso molecular, polissacarídeos e proteínas, com grande afinidade com a água, parcial ou totalmente solúveis, que se dispersam formando soluções viscosas. São extraídos de grãos ou sementes (goma guar, mucilagem de chia e linhaça), plantas (celulose, amido), exsudatos de plantas (goma arábica), algas (ágar, alginato e carragena), alguns de origem animal (gelatina e quitina) e outros são produzidos por microrganismos (CAPITANI et al., 2015; LI; NIE, 2015; VIEBKE; AL-ASSAF; PHILLIPS, 2014).

A presença de muitos grupos hidroxilas aumenta consideravelmente a afinidade dos hidrocoloides com a água, tornando-os hidrofílicos. Além disso, os hidrocoloides produzem uma dispersão, que é intermediária entre uma solução verdadeira e uma suspensão, e exibem as propriedades de um coloide, sendo apropriadamente denominados como hidrocoloides (LI; NIE, 2015).

Os hidrocoloides são utilizados como ingredientes alimentares e a maioria apresenta em sua composição uma grande parte de fibra alimentar, que varia de 60 a 90% e alguns são utilizados para aumentar o teor de fibras em produtos alimentares ou vendidos separadamente na indústria de suplementos (CAPITANI et al., 2015; VIEBKE; AL-ASSAF; PHILLIPS, 2014).

A utilização extensiva de hidrocoloides em muitas formulações de alimentos ocorre devido a sua capacidade de se ligar com água, conferir alta viscosidade e capacidade de gelificação em baixos níveis de utilização. A modificação das características reológicas torna-se útil para melhorar as propriedades sensoriais dos alimentos (LI; NIE, 2015; VIEBKE; AL-ASSAF; PHILLIPS, 2014). Nos alimentos, as propriedades físicas dos hidrocoloides são influenciadas pelas diversas fontes de obtenção, métodos de preparação, processamento térmico, condições de pH, temperatura e concentração de sal. Por

sua vez, as propriedades funcionais dos hidrocoloides sofrem interferências pelo tamanho da partícula, ligações iônicas e de hidrogênio, temperatura, concentração e a existência ou não de ramificações na sua estrutura são muito importantes (CAPITANI, 2013; ZÓIA, 2011).

Os hidrocoloides desempenham um papel importante na qualidade final de produtos alimentícios, contribuem para modificação das características reológicas e sensoriais, sendo utilizados como emulsificantes em iogurtes e sorvetes, estabilizantes de emulsões e espumas, espessantes em sopas e molhos, agentes gelificantes em pudins, inibidores de cristalização em sorvetes, substitutos de gordura em produtos cárneos, lácteos e de panificação, agentes de revestimento em alimentos fritos e na produção de filmes comestíveis. Não alteram o sabor dos alimentos, atuam como modificadores de textura reduzem a difusão da água, previnem a sinérese, melhoram a sensação bucal e aumentam a estabilidade física dos alimentos (ALVES et al., 2016; CAPITANI et al., 2015; FARIA et al., 2015; FELISBERTO et al., 2015; VIEBKE; AL-ASSAF; PHILLIPS, 2014; CAPITANI, 2013; VARELA; FISZMAN, 2011; PINHEIRO; PENNA, 2004)

Os benefícios fisiológicos associados ao consumo de alimentos contendo hidrocoloides se baseiam na prevenção de doenças cardiovasculares, controle glicêmico, câncer de cólon, na modulação da saciedade e no controle de peso, na regulação imunológica e alguns hidrocolóides alteram a composição da microbiota intestinal (LI; NIE, 2015; VIEBKE; AL-ASSAF; PHILLIPS, 2014). Os hidrocoloides desempenham importante papel no desenvolvimento de alimentos com alta saciedade. Esse efeito de saciedade proporcionada pelos hidrocoloides é relatado pela desaceleração da ação enzimática e/ou retardamento do esvaziamento gástrico (LI; NIE, 2015).

Torna-se importante salientar a descoberta de novos hidrocoloides para serem utilizados em sistemas alimentícios com características funcionais e

sensoriais desejáveis, sendo a mucilagem da chia, um exemplo a ser explorado nesta questão e que necessita de maiores estudos devido as suas interessantes características tecnológicas e aos benefícios à saúde humana.

## **2.4 Fibra alimentar**

### **2.4.1 Considerações gerais**

A fibra alimentar presente nos vegetais, em sua maioria, trata-se de polímeros de carboidratos que não sofrem hidrólise, digestão e absorção no intestino delgado, com fermentação parcial ou completa no intestino grosso de seres humanos (FILISETTI; LOBO; COLLI, 2012; VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2009; BRENNAN, 2005).

De acordo com a solubilidade em água, a fibra alimentar é dividida em solúvel e insolúvel, salientando que ambas absorvem água (FILISETTI; LOBO; COLLI, 2012; BRENNAN, 2005).

A fibra solúvel se dispersa em água formando um gel viscoso, podendo citar alguns exemplos como gomas, mucilagens, pectinas,  $\beta$ -glucanas, oligossacarídeos não hidrolisáveis e algumas hemiceluloses. Devido a capacidade de formar géis, são amplamente utilizadas em produtos alimentícios líquidos e semilíquidos para modificar ou controlar suas propriedades viscosas e de textura. Promovem esvaziamento gástrico lento, conferindo maior sensação de saciedade, redução do colesterol sérico e modulação da glicemia, contribuindo assim na redução de risco de DCNT (MIRA; GRAF; CÂNDIDO, 2009; BRENNAN, 2005).

A fibra alimentar insolúvel é capaz de reter água formando géis de baixa viscosidade e compreende a celulose, lignina e a maior parte das hemiceluloses. São citadas como especialmente responsáveis por retardar a hidrólise do amido,

por aumentar o volume fecal e, assim, reduzir o tempo de trânsito intestinal, ou seja, contribui para o aumento dos movimentos peristálticos e, conseqüentemente, aumento da frequência de defecação, reduzindo a probabilidade de constipação e outros problemas intestinais (FILISSETTI; LOBO; COLLI, 2012; BROWNLEE, 2011; MIRA; GRAF; CÂNDIDO, 2009; VITOLO; CAMPAGNOLO; GAMA, 2007; BRENNAN, 2005).

As fibras podem também estimular o crescimento de bactérias benéficas, especialmente bifidobactérias e lactobacilos (FILISSETTI; LOBO; COLLI, 2012). Devido aos efeitos benéficos à saúde associados ao consumo de fibras, recomenda-se para adultos a ingestão de 25g e 38g de fibra por dia para mulheres e homens, respectivamente (IOM, 2005).

A capacidade da fibra de captar água está relacionada com sua estrutura tridimensional, com o número de grupos polares livres, com o pH e os eletrólitos presente no meio (FILISSETTI; LOBO; COLLI, 2012). Conforme Zambrano et al. (2001) citado por Segura-Campos et al. (2014), a capacidade de absorção de água da fibra é definida como a quantidade de água que a fibra absorve espontaneamente quando imersa em água ou quando colocada em contato com uma superfície úmida.

A capacidade de retenção de água é a quantidade máxima de água que é retida por grama de material seco em presença de água quando submetido a uma força de gravidade centrífuga externa, e consiste na soma de água ligada, água hidrodinâmica, e água fisicamente aprisionada, sendo que a última, é a que contribui mais para esta capacidade. É influenciada pela matriz fibrosa e pela forma como se encontram ligadas às moléculas de água e é de grande importância na formulação e processamento de alimentos com alto teor de fibra. As pectinas, mucilagens e algumas hemiceluloses possuem grande capacidade de retenção de água. A capacidade da fibra em reter água está associada a efeitos de saciedade, aumento do tamanho do bolo alimentício, do peristaltismo

e do volume das fezes e efeito laxante (CAPITANI, 2013; VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2009).

A capacidade de retenção de óleo das fibras tem sido atribuída como um aprisionamento físico de óleo pelas cadeias não polares de proteínas e à presença de lipídeos (LAZOS, 1992). Valores adequados de capacidade de retenção de óleo podem desempenhar um papel importante no processamento de alimentos uma vez que a gordura age na retenção de sabor e aroma dos alimentos (SEGURA-CAMPOS et al., 2014).

Alguns polissacarídeos, incluindo as fibras, podem ser utilizados como agentes emulsificantes de alimentos pela capacidade de atuar na interface óleo-água, facilitando a formação e estabilização das pequenas gotas durante e após a emulsificação. A goma arábica, o amido modificado e a goma guar apresentam atividade emulsificante e são utilizados na elaboração de emulsões concentradas, conferindo características desejáveis aos produtos (CAPITANI, 2013). A capacidade emulsionante é definida como a capacidade de uma molécula em facilitar a solubilização ou dispersão de dois líquidos imiscíveis (VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2009).

A utilização dos polissacarídeos na indústria de alimentos, em sua maioria, está associada à sua capacidade de espessar e gelificar soluções, sendo aplicados para melhorar e padronizar a qualidade de alimentos processados. O uso dos polissacarídeos como espessantes está associado à capacidade que eles possuem de aumentar a viscosidade de um líquido, resultando em características organolépticas e texturas desejáveis em alimentos. A grande maioria dos polissacarídeos, quando em solução, resulta em soluções de alta viscosidade, por isso, torna-se importante o conhecimento reológico das soluções de polissacarídeos na elaboração, avaliação e modelagem de processos. Em indústrias de alimentos, as propriedades reológicas são fundamentais na análise

de escoamento em processos de alimentos, como pasteurização, evaporação e secagem (TONELI; MURR; PARK, 2005).

#### **2.4.2 Mucilagem de chia, métodos de extração e sua utilização em alimentos**

O grão de chia quando em contato com a água libera gel mucilaginoso transparente que circunda toda a sua superfície (FIGURA 3). A mucilagem de chia é um polissacarídeo com unidades estruturais descritas como um tetrassacarídeo com uma cadeia principal composta de unidades de (1→4)-β-D-xilopiranosil-(1→4)-α-D-glicopiranosil-(1→4)-β-D-xilopiranosil com ramificação 4-O-metil-α-ácido-D-glicurônico. A proporção dos monossacarídeos β-D-xilose e α-D-glicose para 4-O-metil-α-ácido-D-glicurônico obtida por hidrólise ácida é 2:1:1, respectivamente. A mucilagem possui alto peso molecular, na faixa de 0,8- 2,0 x10<sup>6</sup> Da. Esse gel é produzido por células presentes no epicarpo. Quando os grãos são embebecidos em água o epicarpo incha, a cutícula é rompida e o meio intracelular é expelido como mucilagem (COELHO; SALAS-MELLADO, 2014; LIN; DANIEL; WHISTLER, 1994).



Figura 3 Grãos de chia após maceração em água.

A concentração de mucilagem nos grãos de chia varia de 5 a 6% e possui grande capacidade de absorção de água (REYES-CAUDILLO; TECANTE; VALDIVIA-LÓPEZ, 2008). Estudo realizado por Muñoz et al. (2012a) mostrou que 0,1 g de mucilagem foi capaz de absorver 2,7 g de água, ou seja, a quantidade de água absorvida foi 27 vezes maior que seu próprio peso.

A mucilagem da chia é uma fibra solúvel que apresenta ótimas propriedades de hidratação, retenção de água, desenvolvimento de viscosidade e conservação de frescor, especialmente em produtos de forno (FELISBERTO et al., 2015; VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2009). Ela também tem sido relatada como tendo elevada capacidade de formação de géis com alta viscosidade a baixas concentrações e como substância promissora na estabilização de emulsões alimentícias, na substituição de ovos e óleo em bolos e na produção de filmes comestíveis (AVILA-DE LA ROSA et al., 2015; CAPITANI et al., 2015; DICK et al., 2015; BORNEO; AGUIRRE; LEÓN, 2010; MUÑOZ et al., 2012b). Além disso, contribui para uma digestão mais lenta, pois atua como barreira

física dificultando a ação das enzimas digestivas dos carboidratos e assim promove uma lenta conversão de carboidratos complexos em açúcares simples e também auxilia na prevenção e controle do diabetes, mantendo os níveis de açúcares no sangue (COELHO; SALAS-MELLADO, 2014).

Assim, as propriedades fisiológicas e funcionais das fibras extraídas de alguns grãos, como a chia, são de grande interesse para as indústrias na elaboração de alimentos mais saudáveis e com características sensoriais mais atraentes aos consumidores (PHILLIPS, 2013; VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2009).

A mucilagem da chia, no entanto, permanece fortemente aderida ao grão durante a maceração em água, o que dificulta o seu processo de extração. Devido à dificuldade na realização do processo são necessários maiores estudos visando facilitar a extração desse gel mucilaginoso com interessantes propriedades funcionais e tecnológicas (SALGADO-CRUZ et al., 2013).

Alguns métodos para a extração da mucilagem dos grãos de chia têm sido estudados e baseiam-se na maceração dos grãos em água seguidos por diferentes formas de extração, temperatura e tempo utilizados no processo.

Para a extração da mucilagem de chia Muñoz et al. (2012a) utilizaram o método da fricção manual dos grãos de chia após maceração e secagem com modificações das variáveis durante o processo, tais como: proporção grãos: água, pH e temperatura. Os grãos de chia foram macerados em água na proporção grão: água 1:20; 1:30 e 1:40 (p/v), o pH foi ajustado entre 4 e 8 com soluções de NaOH ou HCl e a temperatura durante a extração da mucilagem variou entre 20 e 80°C. As misturas foram agitadas e hidratadas por 2h então dispostas em placas, secas a temperatura de 50°C sendo a mucilagem separada portanto por fricção. O maior rendimento de mucilagem (7%) foi obtido na proporção grão: água de 1:40 na temperatura de 80°C.

Na extração realizada por Dick et al. (2015) os grãos de chia foram macerados na proporção grão: água de 1:30 (p/v) por 2h a 25°C e submetidos a centrifugação para separação da mucilagem. Posteriormente a mucilagem foi filtrada e liofilizada.

Capitani et al. (2015) realizaram dois métodos de extração da mucilagem de chia. O primeiro método (MI) de extração ocorreu por maceração dos grãos na proporção de grão: água de 1:10 (p/v). A mistura foi deixada em repouso por 4h, congelada, liofilizada e então a mucilagem foi separada por fricção em peneira. O segundo (MII) foi realizado na proporção de grão: água de 1:20 (p/v), no qual os grãos de chia foram macerados por 1h, a mistura foi submetida a filtração a vácuo, a solução de mucilagem foi concentrada em rotavapor e em seguida liofilizada. O rendimento dos métodos foi similar, sendo de 3,8% e 3,7% para o MI e MII, respectivamente.

A mucilagem de chia pode ser utilizada em alimentos e se destaca por suas interessantes aplicações tecnológicas, como espessantes, emulsificantes, gelificantes e substitutos de gordura (CAMPOS et al., 2016). Alguns estudos foram realizados com objetivo de verificar as alterações ocorridas no produto final devido à aplicação desse gel mucilaginoso em alimentos.

Borneo, Aguirre e León (2010) elaboraram formulações de bolos substituindo ovos e óleo pelo gel obtido da chia. Foram testadas três porcentagens para cada tratamento, que variaram de 25 a 75% de mucilagem nas formulações. O estudo concluiu que a substituição de ovos e de óleo na formulação do bolo com gel de chia até um nível de 25% manteve as características funcionais e sensoriais do produto.

Felisberto et al. (2015) realizaram estudos visando a redução de gordura em bolos por meio da substituição de parte da gordura por mucilagem presente nos grãos de chia. A substituição de 25% de gordura por mucilagem mostrou-se eficaz, sendo que os bolos apresentaram características semelhantes aos

preparados com gordura e essas características foram mantidas ao longo do armazenamento.

Campos et al. (2016) utilizaram mucilagem de chia como emulsificante e estabilizante em formulações de sorvetes, na proporção de 1-2 g/100 g, e verificaram que a mucilagem de chia pode ser utilizada como emulsificante e estabilizante em sorvetes, pois a textura não foi alterada com a adição da mucilagem e maior concentração de mucilagem conferiu maior incorporação de ar nos sorvetes e maior tempo para iniciarem o processo de derretimento. No entanto, a mucilagem influenciou negativamente as características sensoriais dos sorvetes, prejudicando principalmente a cor e a impressão global das formulações.

## **2.5 Substitutos de gordura**

Substituir parte da gordura de uma formulação alimentícia, por ingredientes com reduzido valor calórico, é primordial nos últimos tempos, visto que a obesidade é considerada uma epidemia mundial e tem sido atribuída ao consumo elevado de alimentos aliado ao sedentarismo. A obesidade está associada a várias doenças crônicas, como a hipertensão, diabetes, doenças cardíacas e alguns tipos de câncer. Estima-se que a obesidade afetará cerca de 1,12 bilhões de pessoas em 2030 (ALVES et al., 2016; ADA, 2005).

Relata-se que uma redução na ingestão total de gordura pode contribuir positivamente na redução do peso corporal e do risco de doenças crônicas. Nesse contexto, uma alternativa para a produção de alimentos com características mais saudáveis baseia-se na utilização de substitutos de gordura em formulações alimentícias, os quais fornecem menos calorias aos alimentos (ALVES et al., 2016; ADA, 2005).

Os substitutos de gorduras são definidos como substâncias que fornecem algumas ou todas as funções da gordura, não apresentam calorias ou possuem reduzido valor energético, que substituem as gorduras nos alimentos visando fornecer idênticas propriedades físicas e sensoriais ou imitar os efeitos das gorduras nos alimentos (FARIA et al., 2015; LINDSAY, 2010; ADA, 2005).

Os ingredientes utilizados para a redução de gordura em alimentos são derivados de carboidratos, proteínas, lipídeos e compostos sintéticos, sendo uma estratégia interessante o uso combinado de diferentes ingredientes para a redução do teor de gordura sem alterar a qualidade dos alimentos. Ingredientes que imitam uma ou mais funções sensoriais e físicas das gorduras no alimento são chamados de miméticos (LINDSAY, 2010).

### **2.5.1 Carboidratos miméticos de gordura**

Alguns exemplos de carboidratos miméticos de gordura são os amidos, as gomas, mucilagens, celulose, dextrinas, maltodextrinas e demais fibras. São usados principalmente como espessantes e estabilizadores em sobremesas geladas, carnes processadas, molhos, produtos lácteos e de panificação. Atuam imitando a suavidade e a cremosidade das gorduras e fornecem sensações semelhantes de textura em sorvetes e umectância em produtos de padaria. As gomas, mucilagens, celulose e demais fibras não fornecem energia e os amidos modificados fornecem menos da metade das calorias fornecidas pelas gorduras tradicionais (LINDSAY, 2010; ADA, 2005).

### **2.5.2 Proteínas miméticas de gordura**

As proteínas apresentam funcionalidade limitada como miméticos de gordura por sofrerem desnaturação e coagulação em temperaturas mais elevadas, não sendo utilizadas em produtos de panificação nem em alimentos fritos devido

à perda de cremosidade e textura e aparecimento de sabor desagradável. São produzidas a partir de proteínas lácteas e de ovo e utilizadas em produtos lácteos, sobremesas geladas, maionese, sopas e molhos. Pequenas quantidades são necessárias para se substituir as gorduras, por exemplo, 1 g de proteína à base de miméticos de gordura pode substituir 3 g de gordura (LINDSAY, 2010; ADA, 2005).

Quando em solução, as proteínas conferem efeitos de lubrificação, espessamento, e cobertura bucal similares. São utilizadas com maior eficácia em emulsões óleo em água na forma de micropartículas, nas quais simulam a natureza física de gorduras (LINDSAY, 2010).

### **2.5.3 Triacilgliceróis sintéticos**

Alguns triacilgliceróis não geram valores calóricos completos quando consumidos por seres humanos e são sintetizados por hidrogenação, esterificação e interesterificação. Dentre esses, encontram-se os triacilgliceróis de cadeia média (TCM) que são compostos de ácidos graxos saturados de cadeia com 6 a 12 carbonos fornecendo 8,3Kcal/g (LINDSAY, 2010).

Outra estratégia utilizada para redução do valor calórico é a incorporação de ácidos graxos saturados de cadeia curta a ácidos graxos de cadeia longa. Salatrim é uma mistura de ácidos graxos de cadeia curta e longa, obtidos de gorduras vegetais hidrogenados com triacilgliceróis de ácido acético, propiônico e butírico. Fornece aproximadamente 4,5-6,0 kcal/g e apresenta as mesmas propriedades físicas das gorduras (LINDSAY, 2010; ADA, 2005). Caprenina é um triacilglicerol que contém ácidos graxos de cadeia média, caprílico e cáprico, e ácidos de cadeia longa, ácido be-hênico. Possuem valor reduzido de calorias, sendo seu valor calórico entre 4 e 5kcal/g. É utilizada em

coberturas de confeitaria, doces macios e biscoitos (LINDSAY, 2010; ADA, 2005; LUCCA; TEPPER, 1994).

#### **2.5.4 Compostos sintéticos**

Os poliésteres de sacarose também são utilizados como substitutos de gordura e são obtidos por esterificação da sacarose com ácidos graxos. A esterificação completa de moléculas de sacarose resulta em octaésteres de sacarose lipofílicos não digeríveis que apresentam propriedades físicas e químicas de gorduras convencionais. Olestra é um poliéster de sacarose obtido pela esterificação de seis a oito grupos hidroxilas da sacarose com ácidos graxos de cadeia longa. Possui propriedades térmicas e organolépticas semelhantes as da gordura, como estabilidade em altas temperaturas, textura, sabor e sensação bucal (LINDSAY, 2010; ADA, 2005; LUCCA; TEPPER, 1994).

A polidextrose é obtida por polimerização aleatória de glicose, sorbitol e ácido cítrico que apresenta valor energético reduzido e que se comporta como mimético de gordura em alguns alimentos (LINDSAY, 2010).

#### **2.6 Biscoitos**

Os biscoitos ou bolachas, segundo a ANVISA, são produtos obtidos pela mistura de farinha(s), amido(s) e/ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e texturas diversos (BRASIL, 2005).

Os biscoitos são produtos populares de padaria com boa aceitação, apresentam longa vida útil e são consumidos como um lanche por todas as faixas etárias e classes sociais. (PARK; CHOI; KIM, 2015; MAURO; SILVA; FREITAS, 2010; MORAES et al., 2010). Em 2016, foram vendidos no Brasil

1.684,7 mil toneladas de biscoitos, e o consumo per capita foi de 8,20 kg/ano (ABIMAPI, 2017).

Muitos biscoitos e produtos assados doces apresentam em suas formulações grandes quantidades de gordura e açúcar e baixo teor de fibra (PARK; CHOI; KIM, 2015; DREWNOWSKI; NORDENSTEN; DWYER, 1998). No entanto, grande ênfase tem sido dada a redução do teor de gordura dos alimentos, uma vez que o consumo de gordura em grandes quantidades está associado ao desenvolvimento de obesidade, câncer, colesterol elevado e doenças coronárias (PAREYT et al., 2009; DREWNOWSKI; NORDENSTEN; DWYER, 1998).

Pães, biscoitos, massas e salgadinhos são alimentos que apresentam boa aceitação, são consumidos por todas as faixas etárias, e atingem principalmente crianças, adolescentes e idosos, o que os tornam interessantes para apresentarem baixo teor de gordura e alto teor de fibras em sua composição (MAURO; SILVA; FREITAS, 2010).

Em biscoitos, a textura, sabor e aparência são os principais atributos de qualidade. A gordura é um dos componentes básicos da formulação e um dos ingredientes que mais afeta a textura dos biscoitos. O teor de gordura está relacionado à aceitação e qualidade do produto por afetar diretamente sua textura e sabor. A presença de gordura está associada à textura (maciez ou crocância), aroma, sabor e volume dos alimentos. Além disso, a gordura atua como lubrificante, contribui para a plasticidade da massa e participa da transferência de calor em altas temperaturas (JACOB; LEELAVATHI, 2007; ZOULIAS; OREOPOULOU; TZIA, 2002; MORETTO; FETT, 1999; DREWNOWSKI; NORDENSTEN; DWYER, 1998).

A redução ou a substituição de gordura em biscoitos pode ter grande influência sobre a textura final do biscoito, sendo que a substituição de gordura

afeta mais a textura de biscoitos do que a substituição de açúcar ou de farinha (PAREYT et al., 2009; ZOULIAS; OREOPOULOU; TZIA, 2002).

Inglett, Warner e Newman (1994) estudaram a substituição da gordura em biscoitos por Oatrim ( $\beta$ -glucana solúvel e amilodextrinas derivadas de farinha de aveia) e concluíram que a substituição de 50% da gordura por Oatrim não alterou significativamente a qualidade sensorial dos biscoitos quando comparados aos biscoitos com quantidade total de gordura. Zoulias, Oreopoulou e Tzia (2002) elaboraram formulações de biscoitos com baixo teor de gordura pela substituição de até 50% de margarina por substitutos de gordura e verificaram que a textura dos biscoitos é influenciada pelo teor de gordura e pelo tipo de substituto utilizado.

Devido a crescente preocupação com a saúde e exigência dos consumidores por produtos mais saudáveis, mais estudos devem ser realizados com o objetivo de verificar as alterações sensoriais e tecnológicas ocasionadas pela redução e/ou substituição de gordura em biscoitos, alimentos amplamente consumidos pela população.

## REFERÊNCIAS

ABIMAPI. Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados. **Estatísticas**. Disponível em <<http://www.abimapi.com.br/estatistica-biscoito.php>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

ADA. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: Fat Replacers. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 105, p. 266-275, 2005.

ALVES, L. A. A. S. et al. Production of healthier bologna type sausages using pork skin and green banana flour as a fat replacers. **Meat Science**, v. 121, p. 73-78, 2016.

AVILA-DE LA ROSA, G. et al. Viscoelasticity of chia (*Salvia hispanica* L.) seed mucilage dispersion in the vicinity of an oil-water interface. **Food Hydrocolloids**, v. 49, p. 200–207, 2015.

AYERZA, R. Oil Content and Fatty Acid Composition of Chia (*Salvia hispanica* L.) from Five Northwestern Locations in Argentina. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 72, n. 9, p. 1079–1081, 1995.

AZEVEDO, E. C. D. C. et al. Consumo alimentar de risco e proteção para as doenças crônicas não transmissíveis e sua associação com a gordura corporal: um estudo com funcionários da área de saúde de uma universidade pública de Recife (PE), Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, p. 1613–1622, 2014.

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**, v. 110, n. 6, p. 946–949, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção a Saúde, Departamento de Atenção Básica **Guia alimentar para a população brasileira**. 2 .ed. Brasília, DF, 2014. 152 p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Guia para comprovação da segurança de alimentos e ingredientes**. 2013. p. 41.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico para produtos cereais, amidos, farinhas e farelos**.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Vigitel Brasil 2010: Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico**, 2011, 152 p.

BRENNAN, C. S. Dietary fibre, glycaemic response, and diabetes. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 49, p. 560–570, 2005.

BROWNLEE, I.A. The physiological roles of dietary fibre. **Food Hydrocolloids**, v. 25, p. 238-250, 2011.

BUSILACCHI et al. Evaluación de *Salvia hispanica* L. cultivada em el sur de Santa Fe (República Argentina). **Cultivos Tropicales**, vol. 34, n. 4, p. 55-59, 2013.

CAMPOS, B. E. Optimization of the mucilage extraction process from chia seeds and application in ice cream as a stabilizer and emulsifier. **LWT - Food Science and Technology**, v. 65, p. 874-883, 2016.

CAPITANI, M. I. **Caracterización y funcionalidad de subproductos de chía (*Salvia hispanica* L.) aplicación em tecnología de alimentos**. 2013. 230 p. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Nacional de La Plata, Argentina, 2013.

CAPITANI, M. I. et al. Microstructure, chemical composition and mucilage exudation of chia (*Salvia hispanica* L.) nutlets from Argentina. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, p. 3865–3862, 2013.

CAPITANI, M. I. et al. Rheological properties of aqueous dispersions of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage. **Journal of Food Engineering**, v. 149, p. 70–77, 2015.

CIROLINI, A.; SEVERO, C.; CALLEGARO, G. Avaliação do teor de fibra em produtos à base de cereais com ênfase na rotulagem de alimentos. **Disciplinarium Scientia**, v. 4, n. 1, p. 23–32, 2004.

COELHO, M. S.; SALAS-MELLADO, M. M. Revisão: Composição química, propriedades funcionais e aplicações tecnológicas da semente de chia (*Salvia hispanica* L.) em alimentos. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 17, n. 4, p. 259-268, 2014.

LINDSAY, R. D. Aditivos alimentares. FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed.[s.l.] Artmed, 2010. p. 900.

DICK, M. et al. Edible film production from chia seed mucilage: Effect of glycerol concentration on its physicochemical and mechanical properties. **Carbohydrate Polymers**, v. 130, p. 198–205, 2015.

DI SAPIO, O. et al. Caracterización Morfoanatômica de Hoja, Tallo, Fruto y Semilla de *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae ). **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, v. 11, n. 3, p. 249–268, 2012.

DREWNOWSKI, A.; NORDENSTEN, K.; DWYER, J. Replacing sugar and fat in cookies: product quality and preference. **Food Quality and Preference**, v. 9, n. 1/2, p. 13-20, 1998.

FARIA, M. O. et al. Properties of bologna-type sausages with pork back-fat replaced with pork skin and amorphous cellulose. **Meat Science**, v. 104, p. 44-51, 2015.

FELISBERTO, M. H. F. et al. Use of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage gel to reduce fat in pound cakes. **LWT - Food Science and Technology**, v. 63, p. 1049–1055, 2015.

FILISSETTI, T. M. C.C.; LOBO, A. R.; COLLI, C. Fibra alimentar e seu efeito na biodisponibilidade de minerais. COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 4. ed. rev. e ampl. Barueri: Manole, 2012. 1334 p.

INGLETT, G. E.; WARNER, K.; KEWMAN, R. K. Sensory and Nutritional Evaluations of Oatrim. **Cereal Foods World**. v. 39., n. 10, p. 755-759, 1994.

IXTAINA, V. Y.; NOLASCO, S. M.; TOMÁS, M. C. Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. **Industrial Crops and Products**, v. 28, p. 286–293, 2008.

IOM. Institute of Medicine of National Academies. **Dietary Reference Intakes: Macronutrientes**. Disponível em: <<http://nationalacademies.org/hmd/activities/nutrition/summarydris/dri-tables.aspx>>. Acesso em: março de 2017

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

JIMÉNEZ, F. E. G. **Caracterización de compuestos fenólicos presentes en la semilla y aceite de chía (*Salvia hispanica* L.), mediante electroforesis capilar**. 2010. Dissertação (Mestrado da Ciência em Alimentos) – Escola Nacional de Ciências Biológicas, México, 2010.

LAZOS, E. S. Certain functional properties of defatted pumpkin seed flour. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 42, p. 257-273, 1992.

LEE, A. S. **The effects of *Salvia hispanica* L. (Salba) on postprandial glycemia and subjective appetite**. 2009. 116 p. Tese (Doutorado em Ciência da Nutrição) - Universidade de Toronto, Canadá, 2009.

LI, J.-M; NIE S.-P. The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods. **Food Hydrocolloids**, v. 53, p. 46-61, 2016.

LIN, K. Y.; DANIEL, J. R.; WHISTLER, R. L. Structure of chia seed polysaccharide exudate. **Carbohydrate Polymers**, v. 23, p. 13–18, 1994.

LUCCA, P. A; TEPPER, B. J. Fat replacers and the functionality of fat in foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 5, 1994.

MAURO, A. K.; SILVA, V. L. M. DA; FREITAS, M. C. J. Caracterização física, química e sensorial de cookies confeccionados com farinha de talo de couve (FTC) e farinha de talo de espinafre (FTE) ricas em fibra alimentar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 3, p. 719–728, 2010.

MIGLIAVACCA, R. A. O cultivo da chia no Brasi: futuro e expectativas. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v. 3, n. especial, p.161-179, 2014.

MAURO, S. K. Caracterização física, química e sensorial de *cookies* confeccionados com Farinha de Talo de Couve (FTC) e Farinha de Talo de Espinafre (FTE) ricas em fibra alimentar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 719-728, 2010.

MIRA, G. S.; GRAF, H.; CÂNDIDO, L. M. B. Visão retrospectiva em fibras alimentares com ênfase em beta-glucanas no tratamento do diabetes. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 45, p. 11–20, 2009.

MOHD ALI, N. et al. The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. **Journal of Biomedicine and Biotechnology**, p. 1-9, 2012.

MORAES, K. S. et al. Avaliação tecnológica de biscoitos tipo *cookie* com variações nos teores de lipídio e de açúcar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, p. 233-242, 2010. (Suplemento 1)

MORETTO, E.; FETT, R. **Processamento e análise de biscoitos**. São Paulo: Varela, 1999.

MUÑOZ, L. A. et al. Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. **Journal of Food Engineering**, v. 108, p. 216–224, 2012a.

MUÑOZ, L. A. et al. Characterization and microstructure of films made from mucilage of *Salvia hispanica* and whey protein concentrate. **Journal of Food Engineering**, v. 111, p. 511–518, 2012b.

PAREYT, B. et al. The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: Structural and textural properties. **Journal of Food Engineering**, v. 90, p. 400–408, 2009.

PARK, J.; CHOI, I.; KIM, Y. Cookies formulated from fresh okara using starch, soy flour and hydroxypropyl methylcellulose have high quality and nutritional value. **LWT - Food Science and Technology**, v. 63, n. 1, p. 660–666, 2015.

PHILLIPS, G. O. Dietary fibre: A chemical category or a health ingredient? **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, v. 1, n. 1, p. 3–9, 2013.

PICININ, C. T. R. **Caracterização química, ação antioxidante e influência do consumo de grão de chia (*Salvia hispanica* L.) nos níveis glicêmicos**. 2013. 139 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2014.

PINHEIRO, M. V. S.; PENNA, A. L. B. Substitutos de gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos. **Alimentos e Nutrição**, v. 15, n. 2, p. 175-186, 2004.

PINTADO, T. et al. Strategies for incorporation of chia (*Salvia hispanica* L.) in frankfurters as a health-promoting ingredient. **Meat Science**, v. 114, p. 75–84, 2016.

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

SALGADO-CRUZ, M. D. L. P. et al. Chia (*Salvia hispanica* L.) seed mucilage release characterisation. A microstructural and image analysis study. **Industrial Crops and Products**, v. 51, p. 453–462, 2013.

SEGURA-CAMPOS, M. R. et al. Whole and crushed nutlets of chia (*Salvia hispanica*) from Mexico as a source of functional gums. **Food Science Technology**, Campinas, v. 34, n. 4, p. 701-709, 2014.

TAGA, M. S.; MILLER, E. E.; PRATT, D. E. Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 61, n. 5, p. 928–931, 1984.

TOLENTINO, R. G. Contenido de ácidos grasos en semillas de chíá (*Salvia hispanica* L.) cultivadas em cuatro estados de México. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 19, n. 1, p. 199-207, 2014.

TONELI, J. T. C. L.; MURR, F. E. X; PARL, K. J. Estudo da reologia de polissacarídeos utilizados na industria de alimentos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, Especial, v.7, n. 2, p.181-204, 2005.

VARELA, P.; FISZMAN, S. M. Hydrocolloids in fried foods. A review. **Food Hydrocolloids**, v. 25, p. 1801-1812, 2011.

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

VIEBKE, C.; AL-ASSAF, S.; PHILLIPS, G. O. Food hydrocolloids and health claims. **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, v. 4, n. 2, p. 101–114, 2014.

VITOLO, M. R.; CAMPAGNOLO, P.D.B.; GAMA, C. M. Fatores associados ao risco de consumo insuficiente de fibra alimentar entre adolescentes. **Jornal de Pediatria**, v. 83, n. 1. p. 47-52, 2007.

WHO. World Health Organization. **Global status report on noncommunicable diseases**. 2014.

WHO. World Health Organization. **Noncommunicable diseases (NCD) country profiles**, 2014. 210 p.

WHO. World Health Organization. **Preventing Chronic diseases a vital investment**, 2005. 32 p.

ZÓIA, D. As gomas exudadas de plantas. **Revista Food Ingredients Brasil**, São Paulo, n. 17, p. 16, 2011.

ZOULIAS, E. I.; OREOPOULOU, V.; TZIA, C. Textural properties of low-fat cookies containing carbohydrate- or protein-based fat replacers. **Journal of Food Engineering**, v. 55, p. 337–342, 2002.

## **CAPÍTULO 2    EXTRAÇÃO E PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA MUCILAGEM DE CHIA (*Salvia hispanica* L.)**

### **RESUMO**

Os grãos de chia (*Salvia hispanica* L.), quando em contato com a água, liberam um gel mucilaginoso com interessantes propriedades físico-químicas para a indústria de alimentos, mas que permanece fortemente aderida ao grão, sendo necessários estudos de métodos de extração especiais para a sua obtenção. Este trabalho teve por objetivo testar diferentes métodos de extração da mucilagem de chia com base no rendimento e caracterizar a mucilagem obtida do método com maior rendimento. Os grãos foram primeiramente macerados em água em diferentes temperaturas (25°C, 45°C, 65°C e 85°C) por 30 minutos e então submetidos a extração por três diferentes métodos: prensagem e liofilização (método A), secagem e fricção (método B) e secagem, reidratação e liofilização (método C). O método C a 85°C foi o que apresentou maior rendimento de mucilagem de chia. A mucilagem de chia exibiu baixo teor de lipídeos, elevados valores de solubilidade em água, de capacidade de retenção de água e de atividade emulsificante, no entanto, apresentou baixa capacidade de absorção de água e baixa capacidade de retenção de óleo. A mucilagem de chia apresentou coloração bege e microestrutura de aspecto quebradiço e pouco uniforme. As dispersões de mucilagem apresentaram comportamento mais próximo ao Newtoniano, nas concentrações de 0,2% e 0,4%, comportamento pseudoplástico nas concentrações de 0,6%, 0,8% e 1,0%. A mucilagem de chia é um potencial ingrediente para uso em alimentos processados na modificação da viscosidade e textura.

Palavras-chave: Chia. Extração da mucilagem. Propriedades físico-químicas da mucilagem.

## ABSTRACT

Chia seeds (*Salvia hispanica* L.) when in contact with water releases a mucilaginous gel with interesting physicochemical properties for the food industry, but that remains tightly stuck to the seed, studies of special extraction methods for their obtaining being necessary. This work aimed to test different methods of extraction of chia mucilage based upon the yield and characterize the mucilage obtained of the method with the greatest yield. The seeds were, firstly, soaked in water at different temperatures (25°C, 45°C, 65°C and 85°C) for 30 minutes and then submitted to extraction by three different methods: pressing and freeze-drying (A method), drying and friction (B method) and drying, rehydration and freeze-drying (C method). The C method at 85°C was the one which presented the greatest yield of chia mucilage. Chia mucilage displayed low lipid content, high values of water solubility, water-holding capacity and emulsifying activity, nevertheless, presented low water absorption capacity and oil-holding capacity. Chia mucilage showed beige coloration and microstructure of brittle and little uniform aspect. The mucilage dispersions presented behavior closer to the Newtonian one at the concentrations of 0.2% and 0.4%, pseudoplastic behavior at the concentrations of 0.6%, 0.8% and 1.0%. Mucilage of chia seeds is a potential ingredient to be used in processed foods in the modification of the viscosity and texture.

Keywords: Chia. Mucilage extraction. Physicochemical properties of mucilage.

## 1 INTRODUÇÃO

A chia, planta herbácea anual da família Lamiaceae nativa do México e da Guatemala, produz grãos ovais, lisos e brilhantes, com coloração do preto ao castanho e alguns brancos (STEFFOLANI et al., 2015; TOLENTINO et al., 2014).

O interesse pelo grão de chia ressurgiu por ser considerado fonte de fibras alimentares, proteínas, lipídeos (ácidos graxos ômega 3 e ômega 6) e compostos antioxidantes. Quando consumidas, as fibras retardam o esvaziamento gástrico pela elevada habilidade em absorver água, conferem maior saciedade, e o gel formado proporciona aumento dos movimentos peristálticos, o que facilita o trânsito intestinal e reduz a probabilidade de constipação e outras desordens intestinais. Além disso, proporcionam outros benefícios fisiológicos, tais como redução dos níveis de açúcar no sangue e do colesterol total, contribuindo desta forma na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (CAPITANI; NOLASCO; TOMÁS, 2016; TIMILSENA et al., 2016a; TOLENTINO et al., 2014; VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2009; BRENNAN, 2005).

O teor de fibra do grão de chia varia de 18 a 30%, sendo que 4-6% do peso total do grão correspondem a mucilagem, que é boa fonte de fibra solúvel (MOHD ALI et al., 2012; REYES-CAUDILLO; TECANTE; VALDIVIA-LÓPEZ, 2008).

A mucilagem da chia é composta de unidades de D-xilopiranosil, D-glicopiranosil e ramificações laterais de 4-O-metil- $\alpha$ -ácido-D-gliclurônico e quando os grãos de chia entram em contato com a água observa-se o exsudato que permanece fortemente aderido ao grão (LIN; DANIEL; WHISTLER, 1994).

A mucilagem da chia foi descrita por Timilsena et al. (2016a) e Avila-de la Rosa et al. (2015) como tendo uma solubilidade elevada em água, capacidade

de formar géis viscosos em baixas concentrações e geralmente contém uma pequena quantidade de proteína como parte integrante de sua estrutura que pode ser adsorvida na interface óleo-água. Conforme Capitani, Nolasco e Tomás (2016) e Felisberto et al. (2015), essa mucilagem pode ser usada na indústria de alimentos como um agente espessante/estabilizante na formulação de alimentos emulsionados, como sobremesas, molhos e sucos e como substituto de gordura em bolos e outros produtos.

Nos sistemas alimentícios os aspectos benéficos de utilização da fibra da chia estão relacionados de modo geral, às suas propriedades de hidratação, podendo citar a solubilidade, viscosidade, gelificação, capacidade de absorção de água, de retenção de água e retenção de óleo, além de propriedades emulsificantes e estabilizantes (CAMPOS et al., 2016; TIMILSENA et al., 2016a; VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2009).

A mucilagem da chia, denominada hidrocoloide vegetal, para ser extraída total ou parcialmente do grão necessita da utilização de métodos especiais por permanecer fortemente aderida aos grãos quando macerados em água. Vários métodos de extração da mucilagem dos grãos de chia têm sido estudados e baseiam-se na maceração dos grãos de chia, com variações na proporção grão: água, temperatura e tempo de maceração, seguidos por diferentes formas de extração, tais como secagem em estufa e fricção dos grãos secos (MUÑOZ et al., 2012a), centrifugação e após filtração a vácuo (DICK et al., 2015), congelamento associado a liofilização e fricção (CAPITANI et al., 2013), filtração a vácuo combinado com evaporação em rota vapor e liofilização (CAPITANI; NOLASCO; TOMÁS, 2016) e prensagem dos grãos macerados (TAVARES, 2016).

Métodos de extração da mucilagem de chia devem ser estudados visando obter não apenas maior rendimento, mas também uma mucilagem com

interessantes propriedades físico-químicas para utilização na indústria de alimentos.

### **1.1 Objetivo geral**

Selecionar o método de extração de mucilagem do grão de chia com maior rendimento, e verificar as propriedades físico-químicas da mucilagem extraída.

### **1.2 Objetivos específicos**

- a) Extrair o material mucilaginoso do grão de chia pela utilização de diferentes métodos;
- b) Calcular o rendimento de mucilagem de chia de cada método em estudo;
- c) Verificar na mucilagem de chia extraída: solubilidade, capacidade de absorção de água (CAA), capacidade de retenção de água (CRA), capacidade de retenção óleo (CRO), atividade emulsificante (AE), cor e comportamento reológico.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Grãos de chia (*Salvia hispanica* L.) foram adquiridos no comércio local (Lavras, Minas Gerais). Após a chegada da amostra no laboratório, as embalagens foram acondicionadas em refrigerador na temperatura de 5 a 8 °C até o momento das análises.

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Bioquímica Nutricional (LBN) do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

### 2.1 Métodos de extração da mucilagem

Foram testados três métodos para a extração da mucilagem da chia conforme metodologias disponíveis, porém com algumas modificações. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições.

A primeira etapa foi comum para os três métodos em questão, a qual se estabeleceu na maceração dos grãos de chia em água destilada na proporção grão: água de 1:40 (p/v) em diferentes temperaturas (25°C, 45°C, 65°C e 85°C) por 30 minutos sob agitação leve e constante. Os grãos foram então drenados e seguiu-se para a extração da mucilagem para cada método.

O método A, denominado ‘método da prensagem’, foi realizado conforme Lima Júnior (2011), com modificações. Após a efetivação da primeira etapa, onde quantidade conhecida de grãos de chia foi imersa em água (grãos macerados) nas condições predeterminadas, seguiu-se para a extração da mucilagem dos grãos por prensagem, no qual os grãos de chia hidratados foram prensados em tecido sintético, onde se utilizou uma prensa hidráulica (marca

Tecnal, modelo TE-097), com capacidade para 2 toneladas cuja a força aplicada foi controlada em 1,2 toneladas, sendo realizada 10 prensagens por amostra. Obteve-se de cada temperatura em questão, de um lado o resíduo e do outro a mucilagem que foi submetida à desidratação em liofilizador (marca Edwards, modelo liofilizador L4KR), triturada em moinho de bola MA350 (marca Marconi) por 2 minutos e acondicionada em embalagem plástica em dessecador.

O segundo método testado (método B), foi conforme Munõz et al. (2012b) com modificações, sendo denominado neste trabalho de ‘método da secagem e fricção’, onde após realizada a primeira etapa, os grãos hidratados foram dispostos em superfícies planas de vidro de 14 cm de diâmetro e submetidos a secagem em estufa a 50°C por 16 h. A mucilagem foi separada dos grãos por fricção em peneira de 40 mesh e acondicionadas em embalagens plásticas em dessecador.

O terceiro método (método C) foi também conforme Munõz et al. (2012b) com modificações, sendo denominado ‘método da secagem, reidratação e liofilização’, onde após realização da primeira etapa, os grãos hidratados foram dispostos em placas de vidro de 14 cm de diâmetro com formação de fino filme e submetidos a secagem em estufa a 50°C por 16 h. Após secagem, os grãos de chia foram retirados da placa com auxílio de uma espátula e a mucilagem foi hidratada com cerca de 4 mL de água destilada por placa. A mucilagem hidratada foi submetida à desidratação em liofilizador (marca Edwards, modelo liofilizador L4KR), triturada em moinho de bola MA350 (marca Marconi) por 2 minutos e acondicionada em embalagem plástica em dessecador.

O rendimento total (RT) para os três métodos testados foi calculado com base no peso da mucilagem (matéria seca) e do grão (matéria seca), levando-se em consideração ainda a mucilagem liberada na água drenada.

$$RT (\%) = \frac{\text{peso da mucilagem}}{\text{peso do grão}} \times 100 \quad (1)$$

Na Figura 4 apresentam-se os processos realizados para a extração da mucilagem de chia.

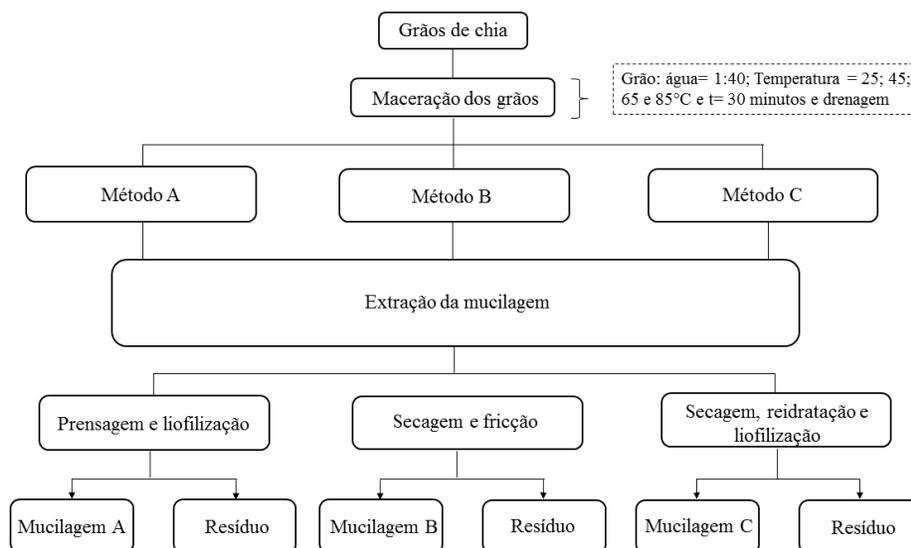


Figura 4 Fluxograma de extração da mucilagem de chia por diferentes métodos.

O método de extração da mucilagem do grão de chia foi selecionado baseando-se na diferença de rendimento ( $p < 0,05$ ). A mucilagem do método selecionado foi acondicionada em embalagens plásticas e seguiu para análises das propriedades físico-químicas propostas neste trabalho.

## 2.2 Composição química aproximada dos grãos e da mucilagem de chia

A composição química aproximada dos grãos de chia e da mucilagem foi realizada conforme metodologia da AOAC (1990). O teor de umidade foi determinado pelo método gravimétrico com emprego de calor em estufa

regulada a 105°C até peso constante. A determinação do teor de lipídeos foi baseada na quantidade de material solubilizado, utilizando o método gravimétrico por extração contínua pelo método de 'Soxhlet' sendo o éter etílico o solvente. Para obtenção da proteína bruta utilizou-se o método de 'Kjeldahl', e o nitrogênio da amostra foi então multiplicado pelo fator de conversão 6,25. O resíduo mineral fixo (cinzas) foi obtido por incineração da amostra em mufla regulada a 550°C até coloração clara ou ligeiramente acinzentada. A fibra bruta foi determinada por hidrólise ácida e quantificada pela utilização de método gravimétrico conforme Van de Kammer e Van Ginkel (1952). O extrato não nitrogenado (ENN) foi obtido pela diferença entre 100 e o somatório dos valores de umidade, extrato etéreo, proteína bruta, fibra bruta e cinzas.

### **2.3 Propriedades físico-químicas da mucilagem**

#### **2.3.1 Solubilidade**

A solubilidade da mucilagem foi determinada em triplicata seguindo a técnica proposta por Betancur-Ancona, López-Luna e Chel-Guerrero (2003). Soluções de mucilagem a 1% (p/v) foram preparadas e colocadas num banho de água na temperatura de 30°C com agitação constante durante 30 min. Transferiu-se o conteúdo para tubos de centrífuga, centrifugou-se a 980 x g durante 15 min (centrífuga refrigerada Labor SP-701, 116 mm de raio) e mediu-se o pH da solução. Alíquotas de 10 mL do sobrenadante foram colocadas em cadinhos de porcelana previamente pesados e secos em estufa a 120°C durante 4 h. Os cadinhos foram retirados da estufa, deixados esfriar num dessecador e pesados. A solubilidade, em percentagem, foi calculada de acordo com a seguinte equação:

$$\% \text{ solubilidade} = \frac{\text{peso da mucilagem (após secagem)}}{\text{peso da amostra inicial}} \times 100 \quad (2)$$

### 2.3.2 Capacidade de absorção de água (CAA)

A capacidade de absorção de água foi realizada em triplicata de acordo com a AACC (1984), método 88-04. Primeiramente, determinou-se a CAA aproximada. Pesou-se 2 g de amostra (base seca), adicionou-se água destilada até à saturação (aprox. 35 mL) em tubo de centrífuga, homogeneizados em vortex durante cerca de 1 minuto, centrifugou-se a 2000 x g durante 10 minutos (centrífuga refrigerada Labor SP-701, 116 mm de raio) e, em seguida, o sobrenadante foi descartado e o material remanescente foi pesado. A CAA aproximada foi calculada da seguinte forma:

$$\text{CAA aproximada (g/g)} = \frac{\text{peso remanescente (g)} - \text{peso inicial da amostra (g)}}{\text{peso inicial}} \quad (3)$$

Com o valor da CAA aproximada calculou-se o peso da amostra, usando a seguinte fórmula:

$$\text{Peso da amostra} = \frac{15}{(\text{CAA aprox.} + 1)} \quad (4)$$

Posteriormente, determinou-se a quantidade de água necessária para completar um peso de 15 g da amostra utilizada, ou seja, subtraiu-se o peso da

amostra do valor 15. O resultado obtido foi o valor de água adicionado à amostra para completar um peso de 15 g.

Para determinar a CAA, colocou-se a amostra em quatro tubos de centrífuga adicionando 1,5 e 0,5 mL de água destilada acima e abaixo do valor determinado, homogeneizou-se em vortex durante cerca de 1 minuto e centrifugou-se a 2000 x g por 10 minutos. Retirou-se o sobrenadante e pesou-se o resíduo. Os gramas de água absorvidos (peso do resíduo – peso da amostra) foram calculados em cada tubo para se obter uma média. A CAA da amostra foi calculada da seguinte maneira:

$$\text{CAA} = \frac{\text{média de água absorvida (g)}}{\text{peso da amostra (g)}} \quad (5)$$

### 2.3.3 Capacidade de retenção de água (CRA)

A capacidade de retenção de água da mucilagem de chia foi determinada em triplicata de acordo com a metodologia proposta por Chau, Cheung e Wong (1997). Pesou-se 0,1g de amostra (base seca) e adicionou-se 10 mL de água destilada num tubo de centrífuga. Esta suspensão foi homogeneizada em vortex durante 1 minuto e centrifugada a 2200 x g durante 30 minutos (centrífuga refrigerada Labor SP-701, 116 mm de raio). O sobrenadante foi descartado e o resíduo foi pesado, determinando o ganho de peso de água pela mucilagem. A capacidade de retenção de água da mucilagem foi expressa em gramas de água retidos por grama de amostra.

$$\text{CRA (g/g)} = \frac{[\text{peso do resíduo (g)} - \text{peso inicial da amostra (g)}]}{\text{peso inicial da amostra (g)}} \quad (6)$$

### 2.3.4 Capacidade de retenção de óleo (CRO)

A capacidade de retenção de óleo foi determinada seguindo a metodologia de Chau, Cheung e Wong (1997). Em um tubo de centrifuga adicionou-se 10 mL de óleo a 0,1g de amostra (b.s). Esta suspensão foi homogeneizada em vortex durante 1 minuto e centrifugada a 2200 x g durante 30 minutos (centrífuga refrigerada, Labor SP-701, 116 mm de raio). O sobrenadante foi descartado e o material remanescente foi pesado, determinando o ganho de peso de óleo pela mucilagem. A capacidade de retenção de óleo da mucilagem foi expressa em gramas de óleo retidos por grama de amostra.

$$\text{CRO (g/g)} = \frac{[\text{peso do material remanescente (g)} - \text{peso inicial da amostra (g)}]}{\text{peso inicial da amostra (g)}} \quad (7)$$

### 2.3.5 Atividade emulsificante (AE)

A atividade emulsificante (AE) foi determinada conforme Chau, Cheung e Wong (1997) com modificações. Pesou-se 0,5g de mucilagem de chia, adicionou-se 25 mL de água destilada e homogeneizou essa solução em homogeneizador Turratec TE- 102 (marca Tecnal) a 20.000 rpm por 2 minutos. Em seguida, adicionou-se 25 mL de óleo de milho (densidade= 0,91 g/mL) e homogeneizou-se a 22.000 rpm por 2 minutos. As amostras foram centrifugadas (centrífuga refrigerada Labor SP-701, 116 mm de raio) a 2000 rpm durante 10 minutos e o volume restante da emulsão medido. A atividade emulsificante foi calculada da seguinte forma:

$$AE (\%) = \frac{\text{volume da emulsão (mL)}}{\text{volume total da solução (mL)}} \times 100 \quad (8)$$

## 2.4 Cor instrumental

Análise de cor instrumental foi realizada nas amostras de mucilagem, em três repetições, utilizando um espectrofotômetro CM-5 (Konica Minolta Sensing, Inc, Japan), analisando os parâmetros de coloração L\*, a\* e b\*. O L\* (fator de luminosidade) varia do preto (0) ao branco (100), o a\* de verde (-a\*) a vermelho (+a\*) e o b\* de azul (-b\*) a amarelo (+b\*).

## 2.5 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

A mucilagem de chia liofilizada foi caracterizada por microscopia eletrônica de varredura (MEV) utilizando um microscópio LEO EVO40 XVO (marca Carl Zeiss). As amostras foram afixadas em stands com auxílio de fita dupla face de carbono e cobertas por uma camada de ouro em um evaporador de ouro (Sputtering) SCD 050 (marca Baltec). As imagens foram aumentadas de 10 a 200x.

## 2.6 Comportamento reológico

O estudo do comportamento reológico dos diferentes tratamentos foi realizado na temperatura de 25°C (ambiente), utilizando o reômetro HAAKE ReoStress 6000 (marca Thermo Scientific, Karlsruhe, Alemanha), equipado com um banho termostático HAAKE A10 (marca Thermo Scientific) e um sistema de controle de temperatura universal HAAKE UTM Controller (marca Thermo

Scientific, Karlsruhe, Alemanha), acoplado a um conjunto de sensor de geometria de cilíndricos concêntricos com GAP de 5,3 mm, para todas as amostras.

Dispersões de mucilagem foram preparadas em cinco concentrações: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1,0% (p/v). As dispersões foram homogeneizadas em banho-maria a 60°C com agitação constante por 30 minutos. As amostras foram esfriadas em temperatura ambiente e, em seguida, mantidas durante a noite a 8°C para completa hidratação. As amostras foram analisadas em três repetições e utilizou-se um volume de 16,1 mL para cada repetição.

Para quebrar a tixotropia, eliminando a influência do tempo no comportamento do escoamento dos produtos, cada amostra foi submetida a uma rampa contínua de taxa de deformação na faixa de 0 a 300 s<sup>-1</sup>, durante 2 minutos para a curva ascendente e 2 minutos para a curva descendente. Após este procedimento, gerou-se a curva de fluxo, para a caracterização reológica de cada amostra, através da aplicação de uma curva de escoamento variando-se a taxa de deformação de 0 a 300 s<sup>-1</sup>, durante um período de 2 minutos para a temperatura ambiente.

Os dados experimentais das curvas de fluxo foram ajustados aos modelos Lei de Newton, Lei da Potência e *Herschell-Buckley* por meio do pacote estatístico *Statistical Analysis System* 9.1.2 (SAS Institute Inc., Cary, U.S.A., 2008) e os gráficos foram plotados a partir do programa *SigmaPlot* 11.0 (Systat Software, Inc., Califórnia, U.S.A., 2008). Os parâmetros foram avaliados através da análise de variância (ANOVA) e teste de médias Tukey ao nível de significância de 0,05, com o auxílio do programa estatístico SAS.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Métodos de extração da mucilagem

Na Tabela 3 estão dispostos os valores de rendimento total de mucilagem dos grãos de chia extraída por diferentes métodos e temperaturas.

Tabela 3 Rendimento total de mucilagem dos grãos de chia (matéria seca, MS) em diferentes temperaturas e métodos de extração: Método A (prensagem e liofilização), método B (secagem e fricção) e método C (secagem, reidratação e liofilização).

Método de extração	Rendimento total (%) da mucilagem do grão de chia (MS)			
	Temperatura de extração da mucilagem			
	25°C	45°C	65°C	85°C
A	2,59 ± 0,08 <sup>cB</sup>	2,85 ± 0,10 <sup>bA</sup>	2,65 ± 0,27 <sup>cB</sup>	2,99 ± 0,01 <sup>cA</sup>
B	3,04 ± 0,09 <sup>bB</sup>	3,13 ± 0,24 <sup>bB</sup>	3,30 ± 0,25 <sup>bB</sup>	4,67 ± 0,39 <sup>bA</sup>
C	3,68 ± 0,06 <sup>aC</sup>	3,94 ± 0,03 <sup>aC</sup>	4,99 ± 0,16 <sup>aB</sup>	6,44 ± 0,06 <sup>aA</sup>

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna e médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma linha não apresentam diferença estatística significativa entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 0,05.

Conforme mostrado na Tabela 3, todos os métodos apresentaram diferentes porcentagens de rendimento. O método A apresentou as menores médias gerais, sendo o máximo de extração obtido de 2,99% na temperatura de 85°C. Observou-se que na extração realizada pelo método B as temperaturas de 25°C, 45°C e 65°C não apresentaram diferença ( $p > 0,05$ ), ou seja, o rendimento não foi influenciado pelo aumento da temperatura de 25°C até 65°C. No tratamento B, o maior rendimento obtido foi de 4,67% na temperatura de 85°C. O método C de extração se destacou entre os demais por apresentar os maiores rendimentos. O aumento de temperatura de 45°C até 85°C conferiu maior extração de mucilagem, sendo que a temperatura de 85°C proporcionou o maior

rendimento (6,44%). Segundo Muñoz (2012a), essas variações de rendimentos estão relacionadas aos métodos de extração, hidratação dos grãos de chia e temperatura utilizada no processo.

O maior rendimento de extração de mucilagem ocorreu na temperatura de 85°C para todos os métodos analisados e o método C se mostrou como o mais eficaz na separação da mucilagem em todas as temperaturas testadas quando comparado aos outros métodos, apresentando o maior rendimento de extração (6,44%) ( $p < 0,05$ ). O método C apresentou o maior rendimento provavelmente pelo fato da mucilagem ficar quase que totalmente aderida à placa após a secagem em estufa, sendo facilmente separada dos grãos de chia e reidratada. Campos et al. (2016) e Muñoz et al. (2012a), verificaram que a temperatura de extração interfere no rendimento da mucilagem de chia.

Capitani, Nolasco e Tomás (2016) obtiveram valores de extração de 3,8% e 3,7%. Muñoz et al. (2012a) encontraram um ótimo de extração a 80°C e proporção de grão: água de 1:40 (p/v), obtendo valor de rendimento de 6,97%. Felisberto et al. (2015) obteve máximo de rendimento de 7,86% e Tavares (2016) de 6,42%.

Para a seleção do método de extração da mucilagem do grão de chia a ser utilizado neste trabalho, levou-se em conta o maior rendimento ( $p < 0,05$ ), o qual foi apresentado pelo método C na temperatura de 85°C, portanto foi utilizado o referido método para obtenção da mucilagem para as análises subsequentes.

A Figura 5 apresenta a mucilagem de chia liofilizada obtida pelo método C (85°C) de extração.



Figura 5 Mucilagem de chia extraída pelo método C a 85°C após liofilização.

### 3.2 Composição química dos grãos e da mucilagem de chia

A Tabela 4 apresenta os valores médios da composição química aproximada dos grãos de chia e da mucilagem de chia liofilizada.

Tabela 4 Composição aproximada dos grãos de chia e da mucilagem de chia liofilizada.

Componente	Grãos de chia* (g/100g)	Mucilagem de chia liofilizada* (g/100g)
Umidade	7,66 ± 0,05	2,41 ± 0,32
Lipídeos	30,38 ± 1,29	1,03 ± 0,12
Proteína	18,77 ± 0,82	8,21 ± 0,19
Fibra bruta	9,42 ± 0,18	14,33 ± 0,06
Cinza	4,15 ± 0,09	6,86 ± 0,03
ENN**	37,28 ± 0,62	69,57 ± 0,13

\*valores expressos em matéria seca, exceto a umidade.

\*\*extrato não nitrogenado

Conforme Tabela 4, o grão de chia apresentou teor de umidade abaixo de 8% e a mucilagem menor que 3%. Baixos teores de umidade no grão e na mucilagem de chia demonstram condições propícias para armazenamento por um período mais prolongado, contribuindo para a estabilidade físico-química e microbiológica dos mesmos. Estudos realizados por Ixtaina, Nolasco e Tomás (2008), Ferreira (2013), Picinin (2014) e Segura-Campos et al. (2014a) registraram valores de umidade dos grãos de chia da ordem de 7%, 7,8%, 6,49% e 6,75%, respectivamente, similares ao valor deste trabalho. O teor de umidade da mucilagem de chia foi similar ao obtido em mucilagem de chia por Timilsena et al. (2016a) e Tavares (2016), cujas porcentagens foram de 3,9% e 3,7%.

No grão de chia, observou-se teor de lipídeos de 30,38%, sendo este considerado uma importante fonte de óleo, além de contribuir na prevenção de doenças cardiovasculares por ser extremamente rico em ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e ômega-6 (OLIVOS-LUGO; VALDIVIA-LÓPEZ; TECANTE, 2010; AYERZA, 1995). Devido à baixa solubilidade dos lipídeos em água, a quantidade de lipídeos na mucilagem de chia foi muito baixa (1,03%), o que torna interessante a sua utilização como ingrediente em alimentos com reduzido teor de gordura.

O conteúdo de lipídeo do grão de chia foi superior ao encontrado em grãos de chia estudados por Ferreira (2013) e por Tavares (2016) de 22,12% e 27,8%, respectivamente, e similar ao encontrado por Picinin (2014) (30,22%), por Segura-Campos et al. (2014a) (32,88%) e por Timilsena et al. (2016b) (31,1%). As diferenças em quantidade e qualidade dos lipídeos presentes na chia são influenciadas pela localização de cultivo, temperatura, luz e tipo de solo (TIMILSENA et al., 2016b; AYERZA, 1995).

Capitani et al. (2015) avaliaram dois diferentes métodos de extração de mucilagem de chia (MI e MII) e encontraram valores de lipídeos na mucilagem de chia de 3,22% e 0,88% para o MI e MII, respectivamente. Segura-Campos et

al. (2014a) encontraram percentuais de lipídeos para mucilagens de chia obtidas de grãos inteiros desengordurados por método de 'Soxhlet' e por fluido de extração supercrítico de 4,01% e 3,12%, respectivamente. Já Felisberto et al. (2015) relataram teores de 3,20% de lipídeos e Timilsena et al. (2016a) de 0,6% para mucilagem de chia. As diferenças encontradas podem ser devido a determinados parâmetros experimentais, como tempo e temperatura de maceração dos grãos.

O teor de proteína do grão de chia foi de 18,77% e da mucilagem de chia de 8,21% (TABELA 4). O conteúdo proteico da chia é superior ao de culturas tradicionais como trigo, arroz e milho e apresenta boa capacidade de absorção de água e óleo, podendo ser utilizada como ingrediente nutricional e funcional para aplicação em diversos alimentos e, devido a chia não possuir glúten, seu uso e de seus derivados é interessante na formulação de alimentos destinados a pessoas celíacas (SEGURA-CAMPOS et al., 2014a ; IXTAINA et al., 2008). Além disso, o conteúdo proteico na mucilagem de chia pode ajudar a melhorar as suas propriedades emulsificantes (TIMILSENA et al., 2016b).

A quantidade de proteína no grão de chia deste trabalho foi similar ao verificado por Ayerza e Coates (2011), cujo percentual de proteína variou de 15,95 a 26,03% em grãos de chia provenientes de três regiões da América do Sul, por Coelho e Sallas-Melado (2014b) (18,30%) e para grãos de gergelim (18,20%) (TIMILSENA et al., 2016b), mas inferior ao encontrado por Felisberto et al. (2015) em grãos de chia, o qual correspondeu a 24,36%. A mucilagem de chia apresentou valor de proteínas (8,21%) superior ao encontrado em mucilagem de chia (6,79%) (CAPITANI et al., 2015), em goma guar (3,46%) e goma locusta (4,57%) (WU et al., 2009). Segura-Campos et al. (2014a) encontraram percentuais de proteínas para mucilagem de chia de 5,99% e 10,14% e Felisberto et al. (2015) relataram teor de proteína superior (11,62%) ao obtido na mucilagem de chia do presente trabalho.

Em relação a fibra bruta, o grão de chia apresentou teor de 9,42% e a mucilagem de chia de 14,33%. A quantidade de fibra verificada no grão foi inferior ao encontrado por Picinin (2014) e por Bushway, Belyea e Bushway (1981), sendo de 11,45% e 18%, respectivamente. O teor de fibra na mucilagem foi superior ao encontrado na mucilagem obtida por Capitani et al. (2015) pelo MII de extração, com teor de 11,42% de fibra bruta e por Tavares (2016) que foi de 9,02% e similar ao obtido por Capitani et al. (2013) (13,5%) e por Segura-Campos et al. (2014a) (14,73%).

O grão de chia apresentou teor de cinza de 4,15%, valor este similar ao verificado por Felisberto et al. (2015) e por Segura-Campos et al. (2014a) para grão de chia, cujos valores foram de 3,7% e 4,05%, respectivamente, e similar também ao encontrado em grão de agrião (*Lepidium sativum*) estudados por Karazhiyan, Razavi e Phillips (2011) com teor de 5,05%. Na mucilagem de chia, observou-se conteúdo de cinza de 6,69% devido a lixiviação dos minerais ocorrida durante o processo de maceração do grão em água (TANYA et al., 2006). A mucilagem de chia apresentou valor de cinza superior ao encontrado em goma guar (0,72%) e goma locusta (1,04%) (WU et al., 2009). Estudos realizados por Capitani et al. (2015) obtiveram teores de cinzas de 10,27% e 9,75%, Capitani et al. (2013) de 8,4% e Felisberto et al. (2015) de 15,60%, valores superiores ao encontrado neste trabalho.

Com relação ao ENN, o teor no grão de chia foi de 34,43% e na mucilagem de 67,90%. O grão de chia apresentou valor de ENN superior ao obtido por Picinin (2014) (23%), mas inferior ao encontrado por Ferreira (2013) (42%). Os valores de ENN verificado em mucilagem de chia estudada por Capitani et al. (2015) e Capitani et al. (2013) foram inferiores ao obtido neste trabalho.

Diferenças na composição química do grão e da mucilagem de chia podem ser devido às variações nas condições de cultivo e diferentes variedades

de grãos de chia utilizadas nos estudos (TIMILSENA et al., 2016a; AYERZA, 1995) e também por diferenças nos métodos de extração para a obtenção da mucilagem de chia, como temperatura e tempo de maceração dos grãos de chia.

### **3.3 Propriedades físico-químicas da mucilagem**

#### **3.3.1 Solubilidade**

A solubilidade das dispersões de mucilagem de chia a 1% p/v na temperatura de 30°C e pH de 6,49 neste trabalho foi de 79,49%  $\pm$ 1,50. Altos valores de solubilidade em água da mucilagem de chia em temperatura próxima a ambiente indica sua aplicação promissora em alimentos. É desejável uma elevada solubilidade para a utilização da mucilagem como modificadores de textura e de viscosidade e para estabilizar emulsões ou dispersões (TIMILSENA et al., 2016a).

Esse valor corrobora com valores de solubilidade encontrados por Capitani (2013) para mucilagem de chia em diferentes temperaturas (30-80°C), a qual apresentou porcentagens de solubilidade que variaram entre 77 a 95%. A solubilidade da mucilagem de chia aumentou com o aumento da temperatura até 60°C e em temperaturas mais elevadas essa solubilidade foi reduzida, isso ocorreu provavelmente pela gelificação da mucilagem em altas temperaturas. A dispersão de mucilagem de chia depende principalmente da sua estrutura química, assim a alta solubilidade dessa mucilagem pode estar relacionada à sua estrutura ligeiramente ramificada (CAPITANI et al., 2013).

A solubilidade de mucilagem de chia estudada por Timilsena et al. (2016a) exibiu ligeira variação com alteração no pH e na temperatura em meio aquoso e observaram uma maior solubilidade (97%) em pH alcalino (9,0) do que

em pH neutro e ácido à temperatura ambiente. Goma xantana apresentou solubilidade de 80% na temperatura de 30°C (HANAN et al., 2012).

A solubilidade da mucilagem de chia foi maior que a verificada em dispersões de mesma concentração em goma guar, goma xantana, goma locusta e goma *Lepidium perfoliatum* (KOOCHKEI; TAHERIAN; BOSTAN, 2013).

### 3.3.2 Capacidade de absorção de água (CAA), capacidade de retenção de água (CRA) e capacidade de retenção de óleo (CRO)

Na Tabela 5 estão apresentados os valores referentes a algumas propriedades físico-químicas da mucilagem de chia.

Tabela 5 Valores médios de capacidade de absorção de água (CAA) (g água/g de mucilagem), capacidade de retenção de água (CRA) (g água/g de mucilagem) e capacidade de retenção de óleo (CRO) (g óleo/g de mucilagem).

Parâmetros analisados	Valores médios na mucilagem (g/g de mucilagem)
Capacidade de absorção de água (CAA)	12,56 ± 1,04
Capacidade de retenção de água (CRA)	97,12 ± 0,08
Capacidade de retenção de óleo (CRO)	7,38 ± 0,20

Conforme Tabela 5, a capacidade de absorção de água (CAA) da mucilagem de chia foi de 12,56 g água/g mucilagem, valor similar ao encontrado em fração de chia rica em fibra obtida por Vázquez-Ovando et al. (2009) de 11,73 g/g. Sabe-se que a CAA sofre interferência pelas diferenças nas proporções de ramificações da mucilagem, pelos níveis de grupos hidroxilas polares e, além disso, o forte grau de interação entre as cadeias dos polissacarídeos pode resultar em uma menor interação com a água (KOOCHKEI; TAHERIAN; BOSTAN, 2013; SCIARINI et al., 2009).

Capitani (2013) e Segura-Campos et al. (2014b) encontraram valores de CAA de 24,3 g/g e 36,2 g água/g mucilagem, respectivamente. É importante

observar que as condições de extração da mucilagem utilizada neste trabalho, como proporção grão: água, temperatura e tempo de maceração dos grãos de chia, foram diferentes das condições dos trabalhos citados.

Koocheki, Taherian e Bostan (2013) encontraram valores de CAA para goma xantana (24 g/g) e goma *Lepidium perfoliatum* (21 g/g) maiores que o observado para a mucilagem de chia deste trabalho.

A capacidade de retenção de água (CRA) da mucilagem de chia foi de 97,12 g água/g mucilagem. Esse valor elevado de CRA é desejável para a modificação das propriedades físicas de produtos alimentícios e para a estabilização de emulsões (TIMILSENA et al., 2016a).

Neste trabalho, a CRA da mucilagem de chia foi similar a obtida por Segura-Campos et al. (2014), de 100 g água/g mucilagem de chia, superior a verificada por Capitani (2013) (88,44 g/g), por Timilsena et al. (2016a) (23 g/g) e por Felisberto et al. (2015) (57,33 g/g) para mucilagem de chia e superior à encontrada em goma guar (25 g/g) (TIMILSENA et al., 2016a).

Devido à capacidade da mucilagem de reter água, quando adicionada em alimentos pode contribuir no aumento da saciedade, diminuir o tempo de absorção de nutrientes e no controle do nível de açúcar no sangue (CAPITANI, 2013; VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2009).

A capacidade de retenção de óleo (CRO) é atribuída ao aprisionamento físico de óleo por moléculas tais como lipídeos e proteínas (SEGURA-CAMPOS et al., 2014a). A mucilagem de chia apresentou valor de CRO similar ao da goma arábica (8-9 g de óleo/g de amostra) e superior ao encontrado em goma guar, goma xantana (4-6 g/g) (SEGURA-CAMPOS et al., 2014a) e em fração de chia rica em fibra (2,02 g/g) (VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2009). Verificou-se baixa CRO (7,38 g/g) da mucilagem quando comparada a encontrada por Felisberto et al. (2015) (12,97 g/g), Capitani (2013) (20,11 g/g) e Segura-Campos et al. (2014b) (11,67 g/g).

Devido à sua baixa CRO, a mucilagem da chia pode ser utilizada em produtos fritos por proporcionar uma sensação não gordurosa nos alimentos (VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2009).

Cabe destacar, que variáveis no processo de extração da mucilagem de chia, como tempo e temperatura de maceração dos grãos, processo de retirada da água da mucilagem, agitação e pH podem causar alterações na estrutura física da fibra e, conseqüentemente, alterar a capacidade de absorção de água, capacidade de retenção de água e a capacidade de retenção de óleo da mucilagem de chia.

### **3.3.3 Atividade emulsificante (AE)**

A atividade emulsificante (AE) da mucilagem de chia foi de  $94,06\% \pm 1,32$ . Esse valor indica que a mucilagem de chia contribuiu no processo de formação da emulsão, pela redução da tensão superficial na interface das fases imiscíveis óleo e água, o que sugere sua utilização em produtos alimentícios. Além disso, a atividade emulsificante das fibras indica a sua capacidade de adsorver ácidos biliares, que resulta no aumento da excreção dos mesmos nas fezes e, conseqüentemente, limita o processo de reabsorção destes ácidos no intestino delgado reduzindo os níveis de colesterol no sangue (VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2009).

Tavares (2016) estudou a capacidade emulsificante da mucilagem de chia e obteve média de 98%. Andrade (2016) avaliou a atividade emulsificante de mucilagem bruta de taro (MB), mucilagem bruta de taro precipitada com etanol (MBE), mucilagem de taro obtida por extração a frio (MF) e goma arábica (GA) e obteve diferentes valores de AE para os diversos tratamentos, sendo de 71,07, 53,35%, 79,60% e 46,60%, respectivamente. A propriedade emulsificante está relacionada com a estrutura molecular da mucilagem, estrutura essa que sofre alteração conforme o processo de extração utilizado.

Wu et al. (2009) avaliaram a capacidade emulsificante de goma guar, goma tara e goma locusta e encontraram valores de aproximadamente 70%, 60% e 45%, respectivamente. Koocheki et al. (2009) estudaram a influência de goma de *Alyssum homolocarpum* em emulsões óleo/água e verificaram que o aumento da concentração da goma aumentou a atividade emulsificante, apresentando valor de AE de aproximadamente 96%, similar ao encontrado nas emulsões de mucilagem de chia (94,06%).

### 3.4 Cor instrumental

Os valores de cor instrumental da mucilagem de chia para  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  foram de  $74,28 \pm 0,64$ ,  $1,99 \pm 0,06$  e  $14,58 \pm 0,15$ . A luminosidade da mucilagem está relacionada ao valor de  $L^*$  que varia de 0 a 100 correspondendo a variação do preto ao branco. Valor de  $a^*$  positivo é uma medida da intensidade vermelha e valor negativo de intensidade verde. Para o parâmetro  $b^*$ , um valor positivo é uma medida de cor amarela e um valor negativo de intensidade azul (WANG et al., 2011). A coloração da mucilagem de chia apresentou coloração mais escura com tendência ao amarelo.

Mucilagem obtida por Tavares (2016) em extração a quente e a frio apresentou valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  de 87,56, -0,50 e 10,19 e 93,26, -1,36 e 3,75, respectivamente. A mucilagem por extração a quente exibiu maior intensidade de coloração tendendo ao amarelo em relação a mucilagem obtida por extração a frio. Tavares (2016) verificou que a mucilagem de chia obtida por extração a frio possuía coloração bem clara, verificada pelo maior valor de  $L^*$  e menor valor de  $b^*$ . Mucilagem de chia purificada obtida por Timilsena et al. (2016a) apresentaram parâmetros de coloração com valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  de 85,7, 0,67 e 8,5, respectivamente. Felisberto et al. (2015) encontraram valores de 66,41

para L\*, 3,30 para a\* e 12,96 para b\*, com variação da cor da mucilagem tendendo ao amarelo e, conforme autor, com coloração de bege a cinza.

A mucilagem extraída neste trabalho apresentou coloração bege que pode ser devido presença de pigmentos naturais do grão de chia (KOOCHKEKI et al., 2009). O processo de extração de chia também interfere na coloração da mucilagem, sendo a maior contribuição para o escurecimento da mucilagem obtida neste trabalho foi provavelmente a secagem em estufa a 50°C, como verificado também por Tavares (2016).

### **3.5 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)**

Quanto à microscopia eletrônica de varredura (MEV), a Figura 6 apresenta as imagens da mucilagem de chia liofilizada. Pode-se observar que a mucilagem liofilizada apresenta aparência de folhas sobrepostas, com aspecto quebradiço e pouca uniformidade, como observado também por Capitani et al. (2013) e Tavares (2016).

Os processos de extração, purificação e secagem da mucilagem podem alterar significativamente a composição química e a estrutura molecular de biopolímeros naturais (CAPITANI et al., 2013).

A MEV é uma técnica utilizada para exames estruturais e topográficos de amostras e se mostrou útil na visualização do material fibroso que compõe a mucilagem de chia.

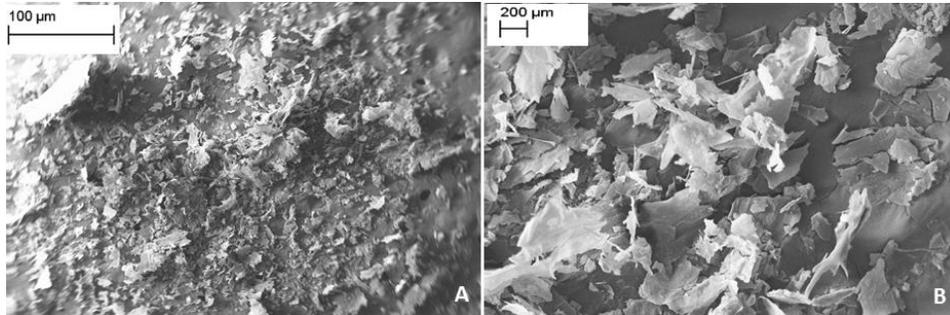


Figura 6 Imagens obtidas por MEV da mucilagem de chia liofilizada A) 19x e B)167x.

### 3.6 Comportamento reológico

Os dados reológicos das dispersões aquosas de mucilagem de chia nas concentrações de 0,2% e 0,4% foram descritos adequadamente pelo modelo Lei de Newton. Já os resultados em relação às dispersões aquosas adicionadas de 0,6%, 0,8% e 1,0% de mucilagem de chia apresentaram melhor ajuste para o modelo Lei da Potência. Conforme apresentado na Tabela 6, os parâmetros reológicos determinados segundo cada modelo utilizado foram: viscosidade ( $\mu$ ) por meio da Lei de Newton, índice de consistência ( $K$ ) e índice de comportamento do fluxo ( $n$ ) pela Lei da Potência.

Tabela 6 Parâmetros reológicos obtidos para os diferentes tratamentos.

Lei de Newton		Lei da Potência		
Tratamentos	$\mu$	$R^2$	RMSE	
(p/v)		$k$	$n$	
0,2%	0,002266 <sup>a</sup> ±	0,9811	0,0442	
	0,000026			
0,4%	0,002488 <sup>b</sup> ±	0,9932	0,0181	
	0,000048			
0,6%	0,008720 <sup>a</sup> ±	0,9961	0,0164	
	0,000014			
0,8%	0,016698 <sup>b</sup> ±	0,9962	0,0186	
	0,000074			
1,0%	0,025680 <sup>c</sup> ±	0,9962	0,0208	
	0,000084			

$\mu$  = viscosidade (Pa.s<sup>-1</sup>);  $k$  = índice de consistência (Pa.s<sup>n</sup>);  $n$  = índice de comportamento de fluxo (adimensional);  $R^2$  = coeficiente de determinação; RMSE = quadrado médio do resíduo; Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 0,05.

Com referência aos ajustes dos pontos experimentais, pode-se afirmar que os modelos estudados foram adequados, uma vez que apresentaram valores de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) próximos a 1 e baixos valores de quadrado médio do resíduo (RSME).

Observa-se pela Tabela 6 que o aumento da concentração de mucilagem de chia causa a redução dos valores do índice de comportamento de fluxo ( $n$ ) para as concentrações de 0,6 a 1,0% de mucilagem, afastando do comportamento newtoniano. Em contra partida, o índice de consistência ( $k$ ) aumentou com o aumento da concentração de mucilagem utilizada nas dispersões. O aumento da concentração ocasiona, em sua maioria, a redução do valor de  $n$  e a elevação do

valor de  $k$  (WU et al., 2009). O comportamento pseudoplástico das dispersões de mucilagem de chia foi mais pronunciado com o aumento da concentração de mucilagem, assim como observado por Tavares (2016), Wu et al. (2009) e Wu et al. (2015).

A Figura 7 apresenta o efeito da taxa de deformação sobre a tensão de cisalhamento nas dispersões de mucilagem de chia.

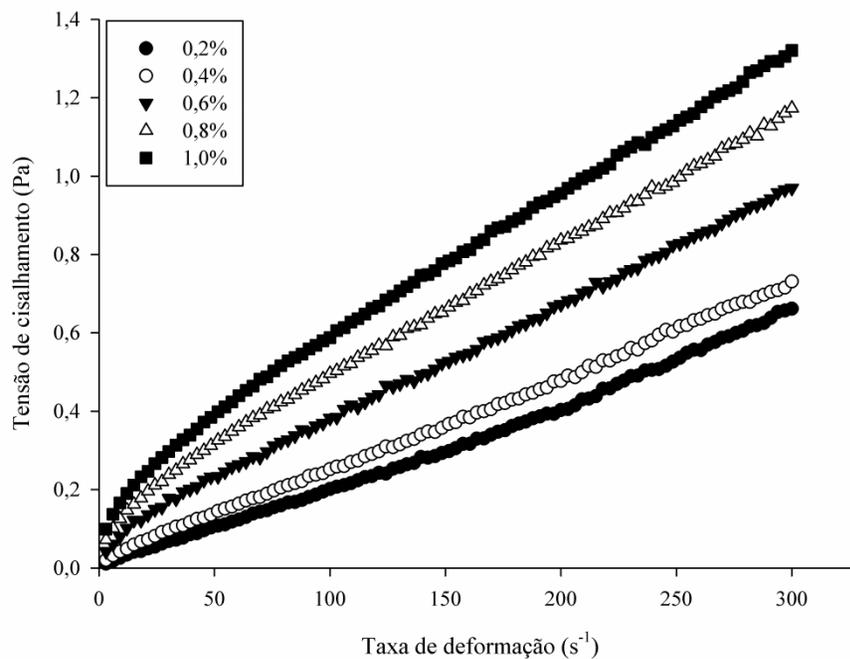


Figura 7 Efeito da taxa de deformação sobre a tensão de cisalhamento à temperatura de 25°C de dispersões de mucilagem de chia.

Observa-se na Figura 7 que dispersões de mucilagem de chia nas concentrações 0,2% e 0,4% apresentaram relação de tensão de cisalhamento e taxa de deformação próxima a linear, comportando-se com fluidos newtonianos, enquanto que as dispersões com concentrações de mucilagem mais elevadas (0,6%, 0,8% e 1,0%) exibiram comportamento pseudoplástico, uma vez que se

encontra evidente a diminuição da inclinação das curvas com o aumento da taxa de deformação. Para confirmar a pseudoplasticidade destas amostras, pode-se observar na Tabela 6 que o índice de comportamento de fluxo ( $n$ ) apresentou valores menores que uma unidade.

A Figura 8 representa o comportamento da viscosidade aparente das dispersões em relação à taxa de deformação aplicada.

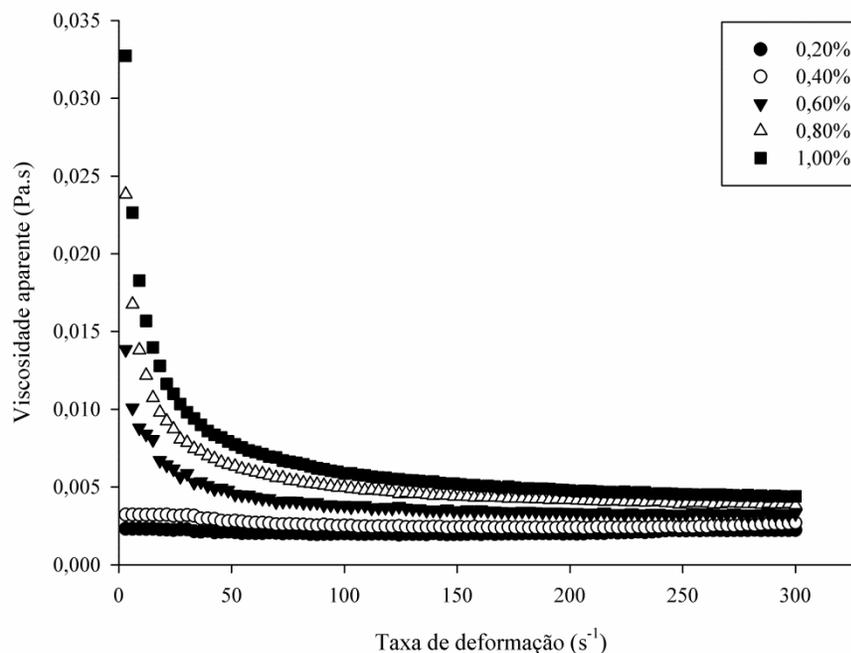


Figura 8 Efeito da taxa de deformação sobre a viscosidade aparente à temperatura de 25°C de dispersões de mucilagem de chia.

As dispersões contendo 0,2% e 0,4% apresentaram os menores valores de viscosidade aparente e comportamento newtoniano (FIGURA 8). Dispersões de mucilagem de chia a 1% extraídas a quente por Tavares (2016) apresentaram valores de  $n$  próximos a 1, e conseqüentemente, comportamento mais próximo ao newtoniano.

Estudo das propriedades reológicas de três galactomananas (GMs), goma guar, goma tara e goma locusta, realizado por Wu et al. (2009), mostraram que na concentração de 0,1% todas as GMs apresentaram comportamento newtoniano; em outras concentrações (0,5% a 2%) apresentaram comportamento pseudoplástico. Emulsões contendo 0,25% de goma *Alyssum homolocarpum* estudadas por Koochehi et al. (2009) revelaram índices de comportamento de fluxo próximos a 1, sendo caracterizadas como fluidos newtonianos, no entanto, com o aumento da concentração até 1%, as emulsões apresentaram mudança de comportamento para pseudoplástico, comportamento semelhante ao observado nas dispersões de mucilagem de chia. SUN et al. (2007) também observaram alterações no comportamento reológico de emulsões elaboradas com goma xantana.

Observa-se que a viscosidade aparente das dispersões nas concentrações de 0,6%; 0,8% e 1,0% (p/v) diminuiu com o aumento da taxa de deformação, característico de comportamento pseudoplástico (FIGURA 8). Inicialmente, a redução na viscosidade foi mais acentuada, entretanto, com o aumento da taxa de deformação, a curva correspondente tornou-se mais suave. Supõe-se que à medida que a taxa de deformação aumenta, as moléculas são orientadas e tornam-se cada vez mais alinhadas na direção do campo de fluxo, resultando em uma menor resistência e, conseqüentemente, em menor viscosidade (SOLEIMANPOUR; KOOCHKEI; KADKHODAEE, 2013). Esse comportamento foi observado para mucilagem de chia (TAVARES, 2016; CAPITANI et al., 2015; SEGURA-CAMPOS et al., 2014a), mucilagem de linhaça (MAZZA; BILIADERIS, 1989), goma de *Lepidium perfoliatum* (KOOCHKEI; TAHERIAN; BOSTAN, 2013) e por outros autores (SOLEIMANPOUR; KOOCHKEI; KADKHODAEE, 2013; KOOCHKEI et al., 2009; SAHIN; OZDEMIR, 2004).

A viscosidade aparente das dispersões aumentou com o aumento da concentração de mucilagem de 0,2% a 1,0% (p/v) (FIGURA 8). O aumento da viscosidade quando há aumento de concentração de sólidos totais ocorre devido um aumento na restrição do movimento intermolecular, formação de filmes interfaciais e de barreiras físicas com ingredientes (CAPITANI et al., 2015; MASKAN; GOGUS, 2000). Em concentrações mais elevadas de mucilagem de chia ocorre uma maior retenção de água e maior quantidade de ligações intermoleculares, resultando em uma maior viscosidade (ANVARI et al., 2016).

Comportamento pseudoplástico mais acentuado com aumento da concentração foi relatado em mucilagem de chia (TAVARES, 2016; CAPITANI et al., 2015; SEGURA-CAMPOS et al., 2014a), em goma *Lepidium perfoliatum* (KOOCHEKI; TAHERIAN; BOSTAN, 2013), goma *A.homolocarpum* (ANVARI et al., 2016) e em emulsões adicionadas de goma *L. perfoliatum* (SOLEIMANPOUR; KOOCHEKI; KADKHODAEI, 2013).

A viscosidade aparente neste trabalho foi baixa em relação a outros trabalhos com mucilagem de chia (TAVARES, 2016; CAPITANI et al., 2015; SEGURA-CAMPOS et al., 2014a) o que pode ser explicado pelas diferenças nos processos de extração da mucilagem que podem induzir uma alteração na estrutura molecular, resultando na redução da viscosidade da mucilagem de chia.

## 4 CONCLUSÃO

A extração da mucilagem de chia pelo método de secagem, reidratação e liofilização (método C a 85°C) foi o que apresentou maior rendimento.

A mucilagem de chia apresentou valores elevados de solubilidade e de capacidade de retenção de água que é desejável para a modificação das propriedades físicas de produtos alimentícios e para a estabilização de emulsões e dispersões.

A capacidade de retenção de óleo foi baixa, podendo essa mucilagem ser utilizada para proporcionar uma sensação não gordurosa em alimentos fritos.

A mucilagem de chia contribuiu para o processo de formação da emulsão pela redução da tensão superficial entre água e óleo, apresentando boa atividade emulsificante.

Visualmente, foi constatada uma coloração bege para a mucilagem obtida.

Nas imagens de microscopia eletrônica de varredura da mucilagem de chia foi observado uma aparência de folhas sobrepostas, aspecto quebradiço e pouca uniformidade.

As dispersões de mucilagem de chia nas concentrações de 0,2% e 0,4% (p/v), apresentaram comportamento próximo ao Newtoniano. Nas concentrações de 0,6% a 1,0% (p/v) a viscosidade aparente diminuiu com o aumento da taxa de deformação, característico de comportamento pseudoplástico e aumentou com o aumento da concentração de mucilagem de chia.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS- AACC. **Official methods of analysis**. 12<sup>th</sup> ed. St. Paul, MN, USA, 1984.

ANDRADE, L. A. **Mucilagem do rizoma de taro**: Técnicas de extração e de caracterizações físicas e químicas. 2016. 89 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2016.

ANVARI, M. et al. Compositional characterization and rheological properties of an anionic gum from *Alyssum homolocarpum* seeds. **Food Hydrocolloids**, v. 52, p. 766-773, 2001.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS -AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Washington, v. 2, 1990.

AVILA-DE LA ROSA, G. et al. Viscoelasticity of chia (*Salvia hispanica* L.) seed mucilage dispersion in the vicinity of an oil-water interface. **Food Hydrocolloids**, v. 49, p. 200–207, 2015.

AYERZA, R. Oil Content and Fatty Acid Composition of Chia (*Salvia hispanica* L.) from Five Northwestern Locations in Argentina. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 72, n. 9, p. 1079-1081, April. 1995.

AYERZA, R.; COATES, W. Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). **Industrial Crops and Products**, v. 34, n. 2, p. 1366-1371, 2011.

BETANCUR-ANCONA, D.; LÓPEZ-LUNA, J.; CHEL-GUERRERO, L. Comparison of the chemical composition and functional properties of *Phaseolus lunatus* prime and tailing starches. **Food Chemistry**, v. 82, p. 217-225, 2003.

BRENNAN, C. S. Dietary fibre, glycaemic response, and diabetes. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 49, p. 560–570, 2005.

BUSHWAY, A. A.; BELYEA, P.R.; BUSHWAY, R. J. Chia seed as a source of oil, polysaccharide, and protein. **Journal of Food Science**, v. 146, p. 1-3, 1981.

CAMPOS, B. E. Optimization of the mucilage extraction process from chia seeds and application in ice cream as a stabilizer and emulsifier. **LWT - Food Science and Technology**, v. 65, p. 874-883, 2016.

CAPITANI, M. I. **Caracterización y funcionalidad de subproductos de chía (*Salvia hispanica* L.) aplicación em tecnología de alimentos.** (Tese) – Universidade Nacional de La Plata, Argentina, 2013.

CAPITANI, M. I. et al. Rheological properties of aqueous dispersions of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage. **Journal of Food Engineering**, v. 149, p. 70–77, 2015.

CAPITANI, M. I. et al. Microstructure , chemical composition and mucilage exudation of chia (*Salvia hispanica* L.) nutlets from Argentina. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, p. 3856–3862, 2013.

CAPITANI, M. I.; NOLASCO, S. M.; TOMÁS, M. C. Stability of oil-in-water (O/W) emulsions with chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage. **Food Hydrocolloids**, v. 61, p. 537–546, 2016.

CHAU, C. F.; CHEUNG, P. C. K.; WONG, Y. S. Functional properties of protein concentrates from three chinese indigenous legume seeds. **J. Agric. Food Chem.**, v. 45, p. 2500-2503, 1997.

DICK, M. et al. Edible film production from chia seed mucilage: Effect of glycerol concentration on its physicochemical and mechanical properties. **Carbohydrate Polymers**, v. 130, p. 198–205, 2015.

FELISBERTO, M. H. F. et al. Use of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage gel to reduce fat in pound cakes. **LWT - Food Science and Technology**, v. 63, p. 1049–1055, 2015.

FERREIRA, T. R. B. **Caracterização nutricional e funcional da farinha de chia (*Salvia hispanica*) e sua aplicação no desenvolvimento de pães**. 2013. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2013.

HANAN, M. A. et al. Functional properties of some fat-replacers and their use in preparation of reduced-fat mayonnaise. **World Journal of Dairy & Food Sciences**, v. 7, n. 1, p. 109-119, 2012.

IXTAINA, V. Y.; NOLASCO, S. M.; TOMÁS, M. C. Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. **Industrial Crops and Products**, v. 28, p. 286–293, 2008.

KARAZHIYAN, H; RAZAVI, S. M.A; PHILLIPS, G. O. Extraction optimization of a hydrocolloid extract from cress seed (*Lepidium sativum*) using response surface methodology. **Food Hydrocolloids**, v. 25, p. 915-920, 2011.

KOOCHEKI, A.; TAHERIAN, A. R.; BOSTAN, A. Studies on the steady shear flow behavior and functional properties of *Lepidium perfoliatum* seed gum. **Food Research International**, v. 50, p. 446-456, 2013.

KOOCHEKI, A. et al. Influence of *Alyssum homolocarpum* seed gum on the stability and flow properties of O/W emulsion prepared by high intensity ultrasound. **Food Hydrocolloids**, v. 23, p. 2416-2424, 2009.

LIMA JÚNIOR, F. A. **Desenvolvimento de processos de extração de hidrocoloide o ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller)**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, MG, 2011.

LIN, K. Y.; DANIEL, J. R.; WHISTLER, R. L. Structure of chia seed polysaccharide exudate. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 23, p. 13–18, 1994.

MASKAN, M.; GÖGÜS, F. Effect of sugar on the rheological properties of sunflower oil-water emulsions. **Journal of Food Engineering**, v. 43, p. 173-177, 2000.

MAZZA, G.; BILIADERIS, C. G. Functional Properties of Flax Seed Mucilage. **Journal of Food Science**, v. 54, n. 5, p. 1302-1305, 1989.

MOHD ALI, N. M. et al. The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. **Journal of Biomedicine and Biotechnology**, p. 1–10, 2012.

MUÑOZ, L. A. et al. Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. **Journal of Food Engineering**, v. 108, p. 216–224, 2012a.

MUÑOZ, L. A. et al. Characterization and microstructure of films made from mucilage of *Salvia hispanica* and whey protein concentrate. **Journal of Food Engineering**, v. 111, p. 511–518, 2012b.

OLIVOS-LUGO, B. L.; VALDIVIA-LÓPEZ, M. Á.; TECANTE, A. Thermal and physicochemical properties and nutritional value of the protein fraction of Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.). **Food Science and Technology International**, v. 16, n. 1, p. 89-96, 2010.

PICININ, C. T. R. **Caracterização química, ação antioxidante e influência do consumo de grão de chia (*Salvia hispanica* L.) nos níveis glicêmicos**. 2013. 139 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

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

SAHIN, H.; OZDEMIR, F. Effect of some hydrocolloids on the rheological properties of different formulated ketchups. **Food Hydrocolloids**, v. 18, p. 1015-1022, 2014.

SCIARINI, L. S. et al. Chemical composition and functional properties of *Gleditsia triacanthos* gum. **Food Hydrocolloids**, v. 23, p. 306–313.

SEGURA-CAMPOS, M. R. et al. Whole and crushed nutlets of chia (*Salvia hispanica*) from Mexico as a source of functional gums. **Food Science Technology**, Campinas, v. 34, n. 4, p. 701-709, 2014a.

SEGURA-CAMPOS, M. R. et al. Chemical and functional properties of chia seed (*Salvia hispanica* L.) gum. **International Journal of Food Science**, v. 2014, p. 1-5, March 2014.

SOLEIMANPOUR, M.; KOOCHEKI, A.; KADKHODAEI, R. Effect of *Lepidium perfoliatum* seed gum addition on whey protein concentrate stabilized emulsions stored at cold and ambient temperature. **Food Hydrocolloids**, v. 30, p. 292-301, 2013.

STEFFOLANI, E. et al. Effect of pre-hydration of chia (*Salvia hispanica* L.), seeds and flour on the quality of wheat flour breads. **LWT - Food Science and Technology**, v. 61, p. 401–406, 2015.

SUN, C.; GUNASEKARAN, S.; RICHARDS, M. P. Effect of xanthan gum on physicochemical properties of whey protein isolate stabilized oil-in-water emulsions. **Food Hydrocolloids**, v. 21, p. 555–564, 2007.

TANYA, A, N. et al. Physicochemical and Sensory Analysis of Fermented Flour “Kumkum” from Three Improved and One Local Cassava Varieties in the Adamawa Province of Cameroon. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 5, n. 4, p. 355-358, 2006.

TAVARES, L. S. **Extração e caracterização da mucilagem e de subprodutos da semente de chia (*Salvia hispanica* L.)**. 2016. 109 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2016.

TIMILSENA, Y. P. et al. Molecular and functional characteristics of purified gum from Australian chia seeds. **Carbohydrate Polymers**, v. 136, p. 128–136, 2016a.

TIMILSENA, Y. P. et al. Preparation and characterization of chia seed protein isolate-chia seed gum complex coacervates. **Food Hydrocolloids**, v. 52, p. 554–563, 2016b.

TOLENTINO, R. G. Contenido de ácidos grasos en semillas de chíá (*Salvia hispanica* L.) cultivadas em cuatro estados de México. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 19, n. 1, p. 199-207, 2014.

VAN DE KAMER, J.H; VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 29, n. 4, p. 239-251, July, 1952.

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

WU, Y. et al. An investigation of four commercial galactomannans on their emulsion and rheological properties. **Food Research International**, v. 42, p. 1141-1146, 2009.

WU, Y. et al. The rheological properties of tara gum (*Caesalpinia spinosa*). **Food Chemistry**, v. 168, p. 366–371, 2015.

### **CAPÍTULO 3 ELABORAÇÃO, AVALIAÇÃO FÍSICA E SENSORIAL DE BISCOITOS COM SUBSTITUIÇÃO DA GORDURA POR MUCILAGEM DE CHIA (*Salvia hispanica* L.)**

#### **RESUMO**

Os biscoitos, em sua maioria, são ricos em sacarose e gorduras, por isso, são geralmente evitados por consumidores mais preocupados com a saúde. A redução do valor calórico dos biscoitos pode ser obtida pela substituição da gordura por ingredientes com teor reduzido ou mesmo sem calorias, a exemplo das fibras, que atuam como substitutos de gordura. A mucilagem da chia é um polissacarídeo composto principalmente de xilose, glicose e ácido glicurônico. Atua como fibra solúvel e apresenta ótimas propriedades físico-químicas, sendo de grande interesse para as indústrias de alimentos na elaboração de produtos com baixo teor de calorias. No entanto, a redução da gordura pode alterar as características sensoriais dos biscoitos, como textura e aparência. Objetivou-se neste estudo verificar as alterações químicas, físicas e sensoriais decorrentes da substituição de 10%, 20% e 30% de gordura por mucilagem de chia em biscoitos. Os resultados demonstraram que a substituição de gordura por mucilagem de chia contribuiu para a redução dos teores de lipídeos e, conseqüentemente, dos valores energéticos, redução da luminosidade ( $L^*$ ) e da cor amarela ( $b^*$ ) dos biscoitos. Houve alteração na textura dos biscoitos com substituição de 20% e 30% da gordura, os quais apresentaram maior dureza. Em relação à aceitação sensorial dos biscoitos, observou-se manutenção das notas de aceitação sensorial para os tratamentos com substituição da gordura de nos níveis de 20% e 30%, cujas notas variaram de ‘gostei ligeiramente’ a ‘gostei moderadamente’ e para a intenção de compra, notas entre ‘não sei’ a ‘provavelmente compraria’, respectivamente. A mucilagem de chia é uma alternativa promissora para a indústria de alimentos como substituto de gordura no processo de fabricação de biscoitos.

**Palavras-chave:** Biscoitos. Mucilagem de chia. Substituto de gordura.

## ABSTRACT

Biscuits are rich in sucrose and fats, in their majority, and therefore, are generally avoided by consumers more concerned with their health. The reduction of the caloric value of biscuits can be obtained by replacing fat by ingredients with reduced content or even without calories, as fibers, which act as fat replacers. Chia mucilage is a polysaccharide composed chiefly of xylose, glucose and glucuronic acid. It acts as a soluble fiber and presents excellent physicochemical properties, being of great interest for the food industries in the manufacture of low calorie products. Nevertheless, the fat reduction can alter the sensorial characteristics of biscuits such as texture and appearance. It was intended in this study to check the chemical, physical and sensorial alterations owing to the replacement of 10%, 20% and 30% of fat by chia mucilage in biscuits. The results demonstrated that the replacement of fat by chia mucilage contributed to the reduction of lipid contents and, consequently, of the energy values, reduction of luminosity ( $L^*$ ) and of the yellow color ( $b^*$ ) of the biscuits. There was an alteration in the texture of the biscuits with the replacement of 20% and 30% of fat which showed increased firmness. Relative to the sensorial acceptance of the biscuits, maintenance of the scores for the sensorial acceptance with replacement of fat at the levels of 20% and 30%, whose scores ranged from “I liked it slightly” to “I liked it moderately” and for the purchase intention, score between “I do not know” to “I would probably buy it”, respectively, was found. Chia mucilage is a promising alternative for the food industry as a replacer of fat in the biscuit-making process.

**Keywords:** Biscuits. Chia mucilage. Fat replacer.

## 1 INTRODUÇÃO

A elevação do risco de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como as cardiovasculares, diabetes tipo 2, dislipidemia e câncer tem sido atribuída, dentre outros, ao excesso de consumo de alimentos de alta densidade energética associado ao sedentarismo (AGGARWAL; SABIKHI; KUMAR, 2016; BORNEO; AGUIRRE, LEÓN, 2010; ADA, 2005). Modificações na dieta e no estilo de vida como redução da ingestão total de energia e prática de exercícios físicos podem prevenir consideravelmente tais problemas (LAGUNA et al., 2014; ADA, 2005; SWANSON; MUNSAYAC, 1999)

A indústria de alimentos tem se concentrado na produção de alimentos com baixo teor de calorias em resposta ao grande interesse público. Uma estratégia para reduzir a ingestão de nutrientes energéticos é desenvolver produtos com baixo teor de gordura, usando os denominados substitutos de gordura, com conseqüente impacto sobre a manutenção da saúde (AGGARWAL; SABIKHI; KUMAR, 2016; BORNEO; AGUIRRE, LEÓN, 2010; LAGUNA et al., 2014; ADA, 2005).

Os substitutos de gordura são usados em uma variedade de produtos alimentícios, desde produtos assados até sobremesas congeladas. Podem ter como base carboidratos (destacando a fração fibra), proteínas e lipídeos ou são compostos sintéticos (LINDSAY, 2010; ADA, 2005).

Os biscoitos são produtos alimentícios que possuem praticidade de uso e estão disponíveis em formas e tamanhos variados a um custo acessível. No entanto, biscoitos e outros produtos doces assados, em sua maioria, são ricos em sacarose e gorduras e são geralmente evitados por consumidores mais preocupados com a saúde. Os biscoitos podem se tornar menos calóricos substituindo a quantidade de gordura por ingredientes com teor reduzido ou

mesmo destituído de potencial calórico, a exemplo das fibras, que atuam como substitutos de gordura (SWANSON; MUNSAYAC, 1999).

Reduzir a gordura em biscoitos é um trabalho árduo para a indústria, pois ela é responsável pela textura macia e crocante dos biscoitos e transmite aroma e sabor ao produto e, portanto, estas propriedades tendem a ser alteradas com a sua substituição em formulações. Grande variedade de ingredientes é utilizada como substitutos de gordura visando imitar suas propriedades em produtos de padaria, como a polidextrose, mistura de proteínas de soro de leite microparticuladas e emulsificantes, *Agave angustifolia* (frutano), oligofrutose, chia e/ou mucilagem extraída de chia e maltodextrina, objetivando produzir produtos alimentares aceitáveis aos consumidores (SANTIAGO-GARCÍA et al., 2017; AGGARWAL; SABIKHI; KUMAR, 2016; FELISBERTO et al., 2015; BORNEO; AGUIRRE, LEÓN, 2010; ZOULIAS; OREOPOULOU; TZIA, 2002).

A chia é um grão considerado boa fonte de proteínas, de ácidos graxos essenciais ( $\alpha$ -linolênico e linoleico), vitaminas do complexo B, antioxidantes e de fibra alimentar, se destacando a sua porção mucilagínosa (CAPITANI et al., 2015; IXTAINA; NOLASCO; TÓMAS, 2008) e devido a sua composição química, os grãos de chia e seus produtos derivados (mucilagem, farinha e fração proteica) são estudados com o objetivo de verificar as suas possíveis utilizações em sistemas alimentícios e as alterações ocorridas no produto final (FELISBERTO et al., 2015; CAPITANI et al., 2012; OLIVOS-LUGO; VALDIVIA-LÓPEZ; TECANTE., 2010; VÁZQUEZ- OVANDO et al., 2009).

Olivos-Lugo, Valdivia-López e Tecante (2010) caracterizaram a fração proteica obtida de grãos de chia e verificaram que essa fração proteica apresentou boas capacidades de retenção de água e de óleo, com possibilidade de sua utilização para a melhoria da estrutura de salsicha, na redução de perdas durante o cozimento, bem como em produtos de panificação e emulsões

alimentares. Capitani et al. (2012) estudaram as propriedades físico-químicas e funcionais da farinha desengordurada e de frações fibrosas desengorduradas de grãos de chia e concluíram que esses subprodutos de chia podem ser utilizados como ingredientes importantes na fabricação de sobremesas, bebidas, pães, geleias, emulsões e biscoitos. Vázquez-Ovando et al. (2009) estudaram as propriedades físico-químicas da fração rica em fibra de chia e observaram que essa fração pode ser inserida em produtos alimentares saudáveis e dietéticos, tais como barras de cereais, pães e biscoitos.

A mucilagem de chia apresenta boas propriedades de retenção de água, de retenção de óleo e alta solubilidade, sendo considerada fibra solúvel. Além disso, pode ser utilizada como espessante, emulsificante, estabilizante e como substituto de gordura em alimentos (TIMILSENA et al., 2016; CAMPOS et al., 2016; CAPITANI; NOLASCO; TOMÁS, 2016; AVILA-DE LA ROSA et al., 2015; FELISBERTO et al., 2015). Felisberto et al. (2015) realizaram estudos visando a redução de gordura em bolos por meio da substituição de parte da gordura por mucilagem presente nos grãos de chia, e verificaram que a substituição de 25% de gordura por mucilagem proporcionou bolos com características semelhantes aos preparados com gordura. Borneo, Aguirre e León (2010) elaboraram formulações de bolos substituindo ovos e óleo pelo gel da chia e concluíram que a substituição até um nível de 25% manteve as características funcionais e sensoriais do produto.

Devido a sua estrutura, a mucilagem de chia pode ser utilizada em diversas aplicações na indústria de alimentos para a elaboração de produtos mais saudáveis, apresentando assim, grande potencial como substituto de gordura em biscoitos.

### **1.1 Objetivo geral**

Elaborar e avaliar química, física e sensorialmente, biscoitos com substituição de gordura por mucilagem de chia.

### **1.2 Objetivos específicos**

- a) Elaborar biscoitos com substituições de 10%, 20% e 30% do ingrediente com elevado teor de gordura por mucilagem de chia;
- b) Avaliar a composição química e algumas características físicas (cor e textura) dos biscoitos;
- c) Avaliar as características sensoriais dos biscoitos quanto à aceitação (aparência, sabor, textura e impressão global) e intenção de compra.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Ingredientes dos biscoitos**

Os ingredientes dos biscoitos (farinha de trigo, açúcar cristal, manteiga, fermento químico, essência de baunilha, ovo e sal) foram adquiridos no comércio local de Lavras, Minas Gerais. Considerou-se o teor de lipídeos da manteiga de 86%, conforme expresso na Tabela de Composição de Alimentos (TACO) (UNICAMP, 2006).

A mucilagem de chia utilizada foi obtida utilizando-se o método de extração descrito no Capítulo 2, seção 2.1.

### **2.2 Elaboração da massa dos biscoitos**

As massas dos biscoitos foram obtidas seguindo a formulação apresentada na Tabela 7. Primeiramente, misturou-se a manteiga, o ovo, o açúcar e a baunilha e, após completa homogeneização, a mistura foi acrescentada aos ingredientes secos (farinha de trigo, fermento, sal e mucilagem de chia, quando utilizada). Os biscoitos foram laminados, moldados com 36 mm de diâmetro e aproximadamente 10 mm de espessura e assados a 160°C por 8 minutos. Após esfriarem, foram acondicionados em recipientes fechados até o momento das análises.

Os tratamentos foram denominados da seguinte forma:

- a) BC: biscoito controle, sem substituição da gordura (manteiga);
- b) BI: biscoito com substituição de 10% da gordura por mucilagem de chia;
- c) BII: biscoito com substituição de 20% da gordura por mucilagem de chia;

- d) BIII: biscoito com substituição de 30% da gordura por mucilagem de chia.

Tabela 7 Formulações dos biscoitos com substituição de gordura (manteiga) por mucilagem de chia liofilizada

Ingredientes	Formulações (g/100g)			
	BC	BI	BII	BIII
Farinha de trigo	50,30	50,30	50,30	50,30
Açúcar	14,90	14,90	14,90	14,90
Manteiga	11,80	10,62	9,44	8,26
Baunilha	3,15	3,15	3,15	3,15
Mucilagem de chia	0	1,18	2,36	3,54
Ovo	18,85	18,85	18,85	18,85
Fermento	0,80	0,80	0,80	0,80
Sal	0,20	0,20	0,20	0,20

BC= biscoito controle sem substituição da gordura; BI, BII e BIII= biscoitos com substituições de 10, 20 e 30% da gordura por mucilagem de chia, respectivamente.

### 2.3 Composição química aproximada dos biscoitos

A composição química aproximada da mucilagem foi realizada conforme metodologia da AOAC, 1990. O teor de umidade foi determinado pelo método gravimétrico com emprego de calor em estufa regulada a 105°C até peso constante. A determinação do teor de lipídeos foi baseada na quantidade de material solubilizado, utilizando o método gravimétrico por extração contínua em 'Soxhlet' sendo o éter etílico o solvente. Para obtenção da proteína bruta utilizou-se o método de 'Kjeldahl', e o nitrogênio da amostra determinado foi então multiplicado pelo fator de conversão 6,25. O resíduo mineral fixo (cinzas) foi obtido por incineração da amostra em mufla regulada a 550°C até coloração

clara ou ligeiramente acinzentada. A fibra bruta foi determinada por hidrólise ácida e quantificada pela utilização de método gravimétrico conforme Van de Kammer e Van Ginkel (1952). O extrato não nitrogenado (ENN) foi obtido pela diferença entre 100 e o somatório dos valores de umidade, extrato etéreo, proteína bruta, fibra bruta e cinzas.

#### **2.4 Cor instrumental**

Análise de cor instrumental foi realizada nos biscoitos, em quatro repetições, utilizando um colorímetro Konica Minolta (modelo CR400, Japão, 2009), analisando os parâmetros de coloração  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . O  $L^*$  (fator de luminosidade) varia do preto (0) ao branco (100), o  $a^*$  de verde ( $-a^*$ ) a vermelho ( $+a^*$ ) e o  $b^*$  de azul ( $-b^*$ ) a amarelo ( $+b^*$ ).

#### **2.5 Textura instrumental**

A textura dos biscoitos foi obtida em texturômetro (*Stable Micro Systems* Modelo TA-XT2i; *Goldaming*, Inglaterra) em quatro repetições, sob as seguintes condições: velocidade pré-teste de 2,5 mm/s, velocidade de teste de 2,0 mm/s, velocidade pós-teste de 10,0 mm/s, distância de 2,5 mm de compressão com probe cilíndrica de alumínio de 6,0 mm (PAREYT et al., 2009).

#### **2.6 Análise sensorial**

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Lavras, que tem como número do parecer: 1.637.957 e data de aprovação 15/06/2016.

A avaliação sensorial dos biscoitos foi realizada com 100 provadores não treinados, em cabines individuais, no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras. Antes de participar da pesquisa, todos os provadores tiveram acesso e assinaram ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Cada avaliador recebeu quatro biscoitos em temperatura ambiente, em recipientes plásticos descartáveis, codificados com algarismos de três dígitos, de forma balanceada e sob luz branca.

Para o teste de aceitação sensorial dos produtos, os provadores avaliaram as amostras em relação ao sabor, textura, aroma e impressão global, utilizando uma escala hedônica estruturada de 9 (nove) pontos, sendo que o valor 1 foi definido como ‘desgostei extremamente’ e o valor 9 como ‘gostei extremamente’ (FIGURA 9). Realizou-se também o teste de intenção de compra por meio de uma escala estruturada de 5 (cinco) pontos, variando de 1= certamente não compraria a 5= certamente compraria (FIGURA 10) (STONE; SIDEL, 1985).

As notas obtidas foram analisadas estatisticamente por meio de análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, considerando o nível de significância de 5%, e mapa de preferência vetorial utilizando o *Software SensoMaker* versão 1.9 (NUNES; PINHEIRO, 2014).

**FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL**

**Nome:** \_\_\_\_\_ **Data:** \_\_\_\_\_ **Sexo:** ( ) F ( ) M

**Faixa etária:** ( ) 18 a 25 anos ( ) 26 a 45 anos ( ) 46 a 60 anos ( ) mais que 60 anos

Avalie as amostras da esquerda para a direita e indique, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou, na seguinte ordem, da aparência, do sabor, da textura e do aspecto global das amostras de biscoito.

9-gostei extremamente					
8-gostei muito					
7-gostei moderadamente	Número da	Nota	Nota Sabor	Nota Textura	Nota Impressão
6-gostei ligeiramente	Amostra	Aparência			global
5-não gostei/nem desgostei	_____	_____	_____	_____	_____
4-desgostei ligeiramente	_____	_____	_____	_____	_____
3-desgostei moderadamente	_____	_____	_____	_____	_____
2-desgostei muito	_____	_____	_____	_____	_____
1-desgostei extremamente					

**Comentários:** \_\_\_\_\_

Figura 9 Ficha utilizada para avaliar a aceitação sensorial dos biscoitos.

Agora, utilizando a escala abaixo, indique a sua intenção de compra com relação ao produto.

	Número da Amostra	Intenção de compra
5- certamente compraria		
4- provavelmente compraria		
3- não sei	_____	_____
2- provavelmente não compraria	_____	_____
1- certamente não compraria	_____	_____
	_____	_____

Comentários: \_\_\_\_\_

Figura 10 Ficha utilizada no teste de intenção de compra dos biscoitos.

## 2.7 Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos denominados BC= biscoito controle; BI= biscoito com substituição de 10% da gordura; BII= biscoito com substituição de 20% da gordura e BIII= biscoito com substituição de 30% da gordura. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o programa estatístico *Sisvar*, versão 5.6 (FERREIRA, 2008) realizando teste de média (Tukey) quando necessário ao nível de significância 5% para composição química, cor e textura dos biscoitos. Na análise sensorial foi utilizado *Software SensoMaker* versão 1.9 (NUNES; PINHEIRO, 2014).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Composição química aproximada dos biscoitos**

Os valores médios da composição química aproximada estão descritos na Tabela 8.

Tabela 8 Composição química aproximada com respectivos desvios padrão e valor energético dos biscoitos com substituição de gordura por mucilagem de chia.

Determinação	Composição química (g/100g)			
	BC	BI	BII	BIII
Umidade	8,65 ± 0,17 <sup>c</sup>	10,75 ± 0,09 <sup>a</sup>	9,88 ± 0,09 <sup>b</sup>	10,70 ± 0,06 <sup>a</sup>
Lipídeos	12,55 ± 0,14 <sup>a</sup>	11,25 ± 0,52 <sup>b</sup>	10,13 ± 0,39 <sup>c</sup>	9,63 ± 0,09 <sup>c</sup>
Proteína	8,05 ± 0,17 <sup>a</sup>	8,19 ± 0,04 <sup>a</sup>	8,15 ± 0,12 <sup>a</sup>	8,19 ± 0,11 <sup>a</sup>
Fibra bruta	0,30 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,33 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,37 ± 0,05 <sup>b</sup>	0,47 ± 0,02 <sup>a</sup>
Cinza	1,22 ± 0,04 <sup>b</sup>	1,19 ± 0,02 <sup>b</sup>	1,38 ± 0,02 <sup>a</sup>	1,44 ± 0,03 <sup>a</sup>
ENN*	69,23 ± 0,37 <sup>a</sup>	68,29 ± 0,60 <sup>b</sup>	70,09 ± 0,44 <sup>a</sup>	69,57 ± 0,20 <sup>a</sup>
Valor energético (kcal/100g)				
Energia	422,07	407,17	404,13	397,71

BC: biscoito controle, BI, BII e BIII: biscoitos com substituição de 10, 20 e 30% da gordura por mucilagem de chia, respectivamente. Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 0,05.

\*ENN: extrato não nitrogenado.

Como observado na Tabela 8, a umidade dos biscoitos variou de 8,65% a 10,75%. Como era de se esperar, o teor de lipídeos dos biscoitos diminuiu significativamente ( $p < 0,05$ ) com o aumento da sua substituição por mucilagem de chia, sendo o tratamento BIII com menor teor de gordura, no entanto, não diferiu significativamente do tratamento BII. O teor de proteína não foi alterado, no entanto, diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) nos teores de fibra bruta foram observadas, com maior valor encontrado para o tratamento BIII e um aumento significativo na quantidade de cinzas foi observado a partir do tratamento BII. O valor energético do biscoito controle BC (sem a substituição de gordura) foi da ordem de 422,07 kcal/100g e para o tratamento BIII (com 30% de substituição de gordura) foi de 397,7 kcal/100g, ocorrendo redução de aproximadamente 6%.

Na Figura 11 estão mostrados os biscoitos elaborados com diferentes substituições de gordura por mucilagem de chia.



Figura 11 Biscoitos elaborados. BC: biscoito controle, BI, BII e BIII: biscoitos com substituição de 10, 20 e 30% da gordura por mucilagem de chia, respectivamente.

### 3.2 Cor instrumental

A cor é uma das características que contribui para a preferência do consumidor em relação ao produto. A Tabela 9 apresenta os valores referentes aos parâmetros de coloração  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  avaliados nos biscoitos.

Tabela 9 Parâmetros de coloração dos biscoitos com substituição da gordura por mucilagem de chia.

Tratamentos	Parâmetros de coloração		
	L*	a *	b*
BC	70,10 ± 1,01 <sup>a</sup>	3,54 ± 0,36 <sup>a</sup>	27,55 ± 0,35 <sup>a</sup>
BI	66,62 ± 1,47 <sup>b</sup>	3,19 ± 0,25 <sup>a</sup>	23,34 ± 0,84 <sup>b</sup>
BII	63,27 ± 0,72 <sup>c</sup>	3,83 ± 0,81 <sup>a</sup>	21,42 ± 1,59 <sup>bc</sup>
BIII	62,17 ± 0,88 <sup>c</sup>	4,23 ± 0,24 <sup>a</sup>	21,01 ± 0,53 <sup>c</sup>

BC: biscoito controle, BI, BII e BIII: biscoitos com substituição de 10, 20 e 30% da gordura por mucilagem de chia, respectivamente.

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 0,05.

Os biscoitos apresentaram redução da luminosidade à medida que a quantidade de mucilagem de chia aumentou. A cor dos biscoitos pode ser afetada pelos ingredientes utilizados na formulação, tempo e temperatura de assamento que promovem reação de *Maillard* e caramelização (AKESOWAN, 2007). Alterações no parâmetro de coloração L\* dos biscoitos foram observadas com a adição da mucilagem de chia, isso era esperado, uma vez que a mucilagem de chia liofilizada apresentou coloração bege. Com o aumento da concentração de mucilagem nos biscoitos, os valores de L\* diminuíram significativamente e conseqüentemente, uma coloração mais escura foi se tornando mais pronunciada, sendo mais intensa no tratamento BIII, devido sua maior concentração de mucilagem. No entanto, os tratamentos BII e BIII não apresentaram diferenças significativas entre si ( $p > 0,05$ ) para os valores de L\*, como observado na Tabela 9.

Sorvetes elaborados com adição de mucilagem de chia por Campos et al. (2016) também apresentaram redução nos valores de L\* em relação aos sorvetes sem mucilagem de chia. Em bolos elaborados por Felisberto et al. (2015) com substituição da gordura por mucilagem de chia foi verificado uma redução da

luminosidade ( $L^*$ ) dos bolos sem substituição de gordura (78,26) em relação aos adicionados de 100% de mucilagem (73,97).

Não foram observadas diferenças estatísticas significativas ( $p > 0,05$ ) para o parâmetro  $a^*$  entre as formulações de biscoitos. Felisberto et al. (2015) também não observaram mudanças nos valores de  $a^*$  com a substituição de gordura em bolos por mucilagem de chia. Akbari et al. (2016) em estudos sobre a redução de gordura em sorvetes pela utilização de inulina, observaram que redução da gordura e o consequente aumento da inulina não influenciaram os valores de  $a^*$  dos sorvetes em relação ao controle.

O parâmetro  $b^*$  apresentou redução nos valores com o aumento da incorporação de mucilagem de chia (TABELA 9). O tratamento BC apresentou o maior valor de  $b^*$ , enquanto o tratamento BIII o menor valor médio, os quais apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ). Valor positivo para o parâmetro  $b^*$  está relacionado a coloração amarela, quanto maior o valor de  $b^*$  mais intensa a coloração amarela. Pode-se observar que os biscoitos do tratamento BC apresentaram maior tendência a coloração amarela, que pode estar relacionada a maior concentração de gordura na formulação. Akbari et al. (2016) observaram que a redução de gordura em sorvetes reduziu significativamente o valor médio de  $b^*$  dos sorvetes com baixo teor de gordura e destacou que a coloração amarela do sorvete está relacionada ao seu teor de gordura. Felisberto et al. (2015) também observou redução nos valores de  $b^*$  com o aumento da concentração de mucilagem de chia em bolos.

Biscoitos de farinha de trigo adicionados de mucilagem de inhame apresentaram aumento nos valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  quando comparados aos biscoitos elaborados apenas com farinha de inhame (MIAMOTO, 2008), comportamento contrário ao observado neste trabalho.

### 3.3 Textura instrumental

Na tabela 10 estão apresentados os valores de textura objetiva dos biscoitos elaborados.

Tabela 10 Parâmetros de textura dos biscoitos com substituição da gordura por mucilagem de chia.

Tratamentos	Textura instrumental
	Força (N)
BC	47,46 ± 0,19 <sup>b</sup>
BI	38,74 ± 1,02 <sup>b</sup>
BII	67,46 ± 1,75 <sup>a</sup>
BIII	73,55 ± 0,72 <sup>a</sup>

BC: biscoito controle, BI, BII e BIII: biscoitos com substituição de 10, 20 e 30% da gordura por mucilagem de chia, respectivamente.

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 0,05.

A textura dos biscoitos apresentou diferenças estatísticas significativas ( $p < 0,05$ ). Os biscoitos sem redução de gordura (BC) e com 10% de substituição da gordura por mucilagem de chia (BI) não apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), com médias de 47,46N e 38,74N. No entanto, quando a gordura dos biscoitos foi substituída nos níveis de 20% e 30% por mucilagem de chia (BII e BIII, respectivamente) os biscoitos tornaram-se mais duros, com médias de 67,46 N e 73,55 N, respectivamente, com diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) em relação aos tratamentos BC e BI. Entretanto, os biscoitos dos tratamentos BII e BIII não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre si.

Em biscoitos, a gordura funciona como agente amaciador (MORETTO; FETT, 1999). Felisberto et al. (2015) elaboraram bolos com redução de gordura pela utilização de mucilagem de chia e observaram mudanças na textura,

apresentando variações de 8,88 N a 13,58 N na firmeza dos bolos, sendo que a substituição de 50% e 75% da gordura apresentaram diferenças significativas em relação as demais substituições e, conseqüentemente, maior firmeza.

Miamoto (2008) estudou o efeito da adição de farinha de inhame integral (BII), mucilagem de inhame (BMI) e farinha do resíduo da extração de mucilagem de inhame (BRI) na textura de biscoitos comparados a biscoitos elaborados apenas com farinha de trigo (BP) e verificou que a textura foi influenciada nas formulações analisadas, provavelmente pelo incremento no teor de fibra das formulações, obtendo média de 44,49 N para BP, 62,75 N para BII, 23,65 N para BMI e 63,93 N para BRI.

Zoulias, Oreopoulou e Tzia (2002) avaliaram a influência da substituição da gordura em biscoitos por hidrocoloides e verificaram que a dureza dos biscoitos aumentou a medida que o nível de gordura diminuiu. Observaram também que o tipo de substituto de gordura utilizado influencia a textura, como por exemplo, biscoitos preparados com os hidrocoloides povidexose e Dairytrim apresentaram maior dureza à medida que a quantidade de gordura substituída aumentou, enquanto o acréscimo nas concentrações de Simplex e Raftiline resultou em um efeito contrário.

Santiago-García et al. (2017) estudaram o efeito da utilização de frutanos de *Agave angustifolia* como substituto de gordura em biscoitos nas concentrações de 10, 20 e 30% e verificaram que a dureza dos biscoitos aumentou com o aumento da quantidade de *A. angustifolia*, no entanto, os biscoitos com 10% de *A. angustifolia* não diferiram dos biscoitos controle. Laguna et al. (2014) observaram que a maior substituição de gordura produziu aumento na dureza dos biscoitos e o tipo de substituto de gordura influencia também as características de textura dos mesmos. A inulina resultou em biscoitos mais firmes que os substituídos com hidroxipropilmetilcelulose (HPMC), sendo que substituição de 15% da gordura por HPMC não apresentou

diferenças significativas com o tratamento controle em relação a dureza dos biscoitos. Biscoitos com substituição de 30% da gordura por inulina foram os que apresentaram maior dureza.

### **3.4 Análise sensorial**

#### **3.4.1 Teste de aceitação**

Os resultados da análise de variância e avaliação sensorial dos biscoitos estão apresentados na Tabela 11 e nas Figuras 12 a 15.

Tabela 11 Valores médios das notas de aceitação dos diferentes tratamentos quanto aos atributos sensoriais.

Tratamentos	Notas dos atributos sensoriais *			
	Aparência	Sabor	Textura	Impressão Global
BC	7,48 ± 1,14 <sup>a</sup>	7,21 ± 1,32 <sup>a</sup>	7,05 ± 1,51 <sup>a</sup>	7,23 ± 1,20 <sup>a</sup>
BI	6,76 ± 1,24 <sup>b</sup>	6,65 ± 1,25 <sup>b</sup>	6,22 ± 1,55 <sup>b</sup>	6,57 ± 1,16 <sup>b</sup>
BII	6,56 ± 1,48 <sup>b</sup>	6,64 ± 1,57 <sup>b</sup>	6,08 ± 1,77 <sup>b</sup>	6,52 ± 1,56 <sup>b</sup>
BIII	5,82 ± 1,79 <sup>c</sup>	5,91 ± 1,63 <sup>c</sup>	5,45 ± 1,72 <sup>c</sup>	5,68 ± 1,49 <sup>c</sup>

BC: biscoito controle, BI, BII e BIII: biscoitos com substituição de 10, 20 e 30% da gordura por mucilagem de chia, respectivamente. Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 0,05.

\*Notas variando de 1 (desgostei extramamente) a 9 (gostei extremamente).

A análise de variância da avaliação sensorial (TABELA 11) mostrou que houve um efeito estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ) ao substituir a gordura por mucilagem de chia nos biscoitos quanto a aparência, sabor, textura e impressão global e os respectivos gráficos foram construídos.

A Figura 12 representa os resultados em relação ao atributo aparência.

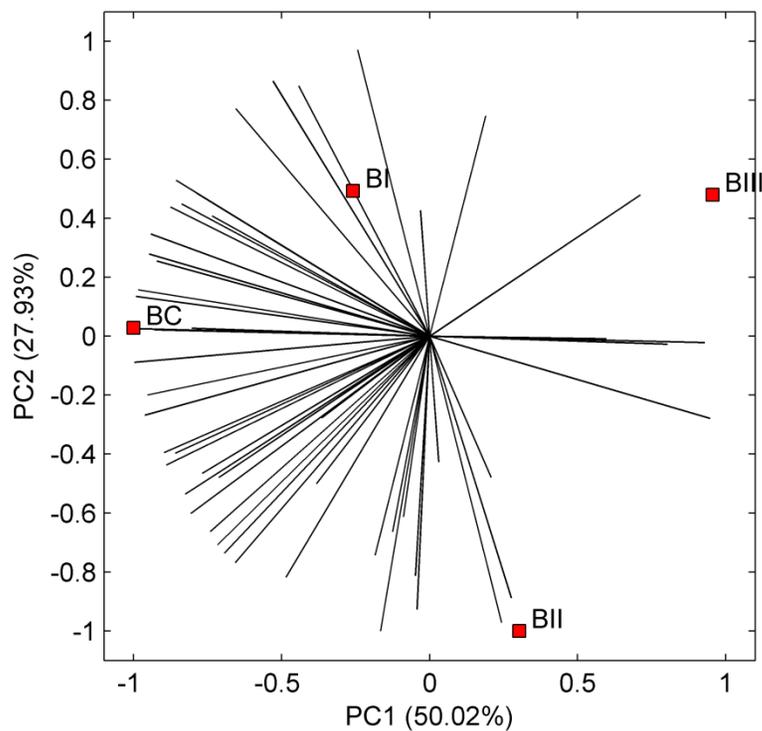


Figura 12 Mapa de preferência para o atributo aparência em que BC, BI, BII e BIII representam as porcentagens de 0, 10, 20, e 30% de substituição de gordura por mucilagem de chia, nas formulações dos biscoitos, respectivamente.

Os resultados demonstram que o tratamento BC foi o mais aceito pelos provadores, devido a maior incidência de vetores na direção do tratamento BC, seguidos dos tratamentos BI e BII com substituição de 10% e 20% de gordura

por mucilagem de chia. O tratamento BIII, com substituição de 30% de gordura por mucilagem, foi o menos aceito.

O presente estudo mostra que apesar dos tratamentos BI e BII apresentarem diferenças estatísticas significativas ( $p < 0,05$ ) em relação ao controle, esses dois tratamentos apresentaram altas notas na aceitação sensorial que variaram de ‘gostei ligeiramente’ a ‘gostei moderadamente’ na escala hedônica (Figura 9), enquanto o tratamento BC apresentou notas entre ‘gostei moderadamente’ e ‘gostei muito’. Já o tratamento BIII obteve notas que variaram de ‘não gostei/nem desgostei’ a ‘gostei ligeiramente’.

Felisberto et al. (2015) elaboraram bolos com substituição da gordura por mucilagem de chia e observaram variações na coloração, resultando em bolos mais escuros na substituição total da gordura. Campos et al. (2016) elaboraram sorvetes com mucilagem de chia e a análise sensorial mostrou que os sorvetes formulados com mucilagem de chia apresentaram diferenças significativas para cor em relação ao controle, apresentando variação de 6,22 a 7,8, sendo a cor escura da mucilagem apontada como a causa para a menor aceitação por parte dos consumidores.

Borneo, Aguirre e León (2010) estudaram o efeito da adição de grãos de chia hidratados em bolos para a redução de óleo e observaram que a substituição de 50% e 75% de óleo nas formulações alterou a cor dos bolos, os quais obtiveram as menores notas sensoriais para o atributo cor, variando entre 5,0 a 6,2. Laguna et al. (2014) verificaram a influência de substitutos de gordura em biscoitos elaborados com inulina e HPMC e notaram que a utilização de 30% de HPMC apresentou diferenças significativas na aparência e na cor dos biscoitos em relação aos tratamentos sem substituto de gordura e com 15% de inulina e HPMC, apresentando as menores notas sensoriais.

Biscoitos elaborados com farinha de trigo, com adição de mucilagem de inhame e com farinha do resíduo da extração de mucilagem de inhame

apresentaram as maiores notas para o atributo aparência e nos biscoitos com farinha de inhame integral foi verificada as menores notas, diferindo significativamente dos outros tratamentos (MIAMOTO, 2008). Biscoitos com diferentes gorduras (Akobake P e Cargil) e outros com substituição de 50% dessa gordura por inulina foram elaborados por Zbikowska e Rutkowska (2008) que verificaram alterações na aparência dos biscoitos. Os biscoitos com Akobake P + inulina obtiveram maior nota para o atributo aparência em relação aos biscoitos elaborados com Akobake P, no entanto, as notas dos biscoitos preparados com Cargil + inulina foram menores que as obtidas pelos biscoitos com apenas Cargil na formulação.

Na Figura 13 estão representados os resultados obtidos em relação ao atributo sabor.

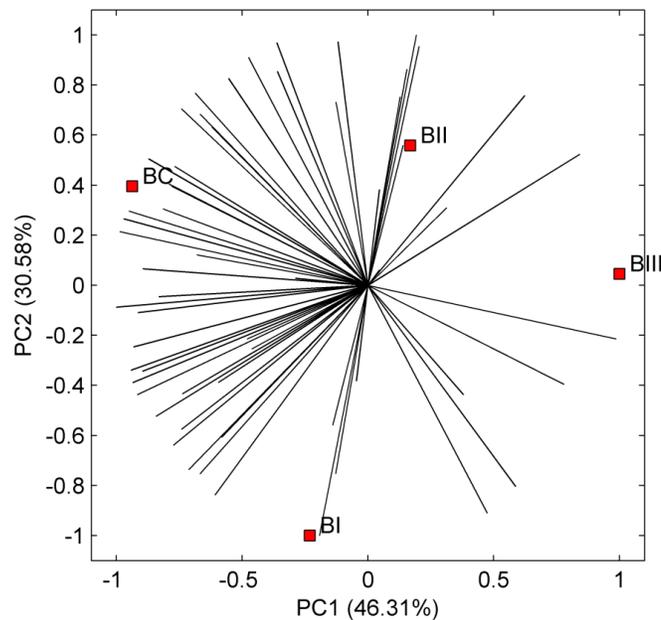


Figura 13 Mapa de preferência para o atributo sabor em que BC, BI, BII e BIII representam as porcentagens de 0, 10, 20, e 30% de substituição de gordura por mucilagem de chia, respectivamente.

O tratamento BC apresentou a maior nota em relação ao sabor, seguido dos tratamentos BI e BII, que não apresentaram diferença estatística entre si ( $p > 0,05$ ). O tratamento BIII obteve a menor nota para o atributo sabor. Os tratamentos BI e BII apresentarem diferenças estatísticas significativas em relação ao controle, no entanto, as notas obtidas nestes dois tratamentos variaram de ‘gostei ligeiramente’ a ‘gostei moderadamente’ na escala hedônica, enquanto que o tratamento BIII obteve as menores notas para sabor que variaram de ‘não gostei/nem desgostei’ a ‘gostei ligeiramente’.

A redução da gordura interferiu no sabor dos biscoitos analisados, isso era esperado devido a gordura contribuir para o aroma e sabor dos biscoitos (MORETTO; FETT, 1999). Adição de grãos de chia hidratados em bolos para a substituição de óleo alterou negativamente o sabor dos bolos, resultando nas menores notas sensoriais (BORNEO; AGUIRRE; LEÓN, 2010). Sorvetes elaborados com mucilagem de chia por Campos et al. (2016) obtiveram menores notas para sabor em relação ao sorvete sem mucilagem.

A Figura 14 apresenta os resultados em relação ao atributo textura.

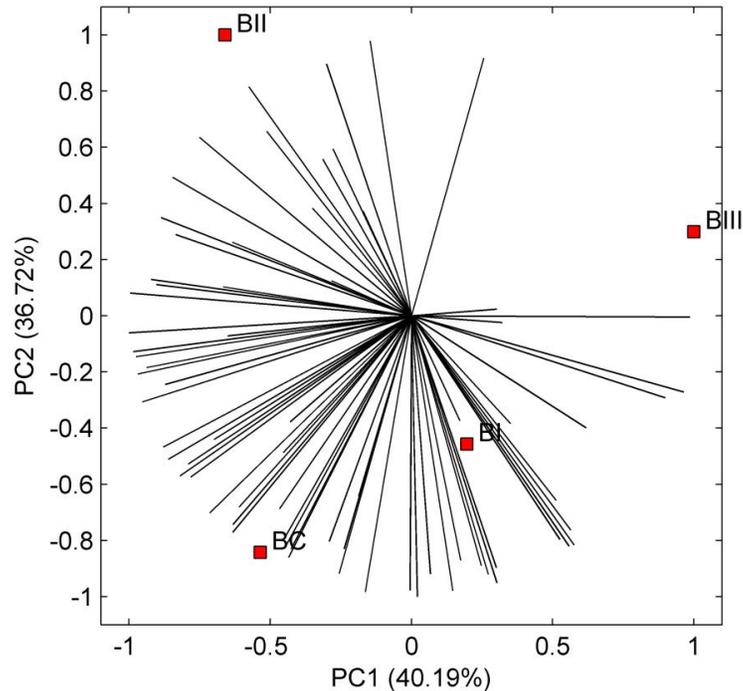


Figura 14 Mapa de preferência para o atributo textura em que BC, BI, BII e BIII representam as porcentagens de 0, 10, 20, e 30% de substituição de gordura por mucilagem de chia, respectivamente.

A maior nota de aceitação verificada para o atributo textura foi obtida pelo tratamento BC, o qual não tinha substituição de gordura por mucilagem de chia. Os tratamentos BI e BII não apresentaram diferenças significativas entre si e no tratamento BIII foi verificada a menor nota em relação a textura, o qual apresentou maior dureza.

As notas obtidas para o tratamento BC variaram entre ‘gostei moderadamente’ e ‘gostei muito’. Os tratamentos BI e BII apresentaram diferenças estatísticas significativas em relação ao controle, entretanto, ambos os tratamentos apresentaram boas notas de aceitação que variaram de ‘gostei ligeiramente’ a ‘gostei moderadamente’ na escala hedônica. Já o tratamento

BIII, com a menor média, obteve notas que variaram de ‘não gostei/nem desgostei’ a ‘gostei ligeiramente’.

A textura de bolos elaborados com substituição de óleo por grãos de chia hidratados foi estudada por Borneo, Aguirre e León (2010), os quais observaram que a substituição de óleo por grãos de chia hidratados interferiu negativamente na textura dos bolos, resultando em menores notas de aceitação sensorial em relação ao controle, que variaram de 4,2 a 6,0. Campos et al. (2016) analisaram formulações de sorvetes com mucilagem de chia e observaram que a adição de mucilagem resultou em sorvetes com menores notas em relação ao atributo textura, notas variando entre 6,78 a 7,78.

Na Figura 15 pode-se observar os resultados em relação ao atributo impressão global.

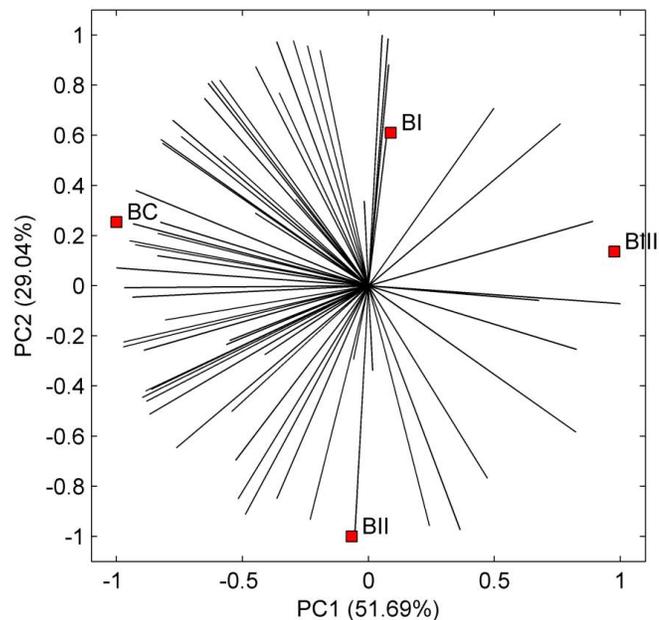


Figura 15 Mapa de preferência para o atributo impressão global em que BC, BI, BII e BIII representam as porcentagens de 0, 10, 20, e 30% de substituição de gordura por mucilagem de chia nos biscoitos, respectivamente.

Observa-se pelo mapa de preferência que o tratamento BC foi o mais preferido pelos consumidores, seguido dos tratamentos BI e BII, que não apresentaram diferenças significativas entre si. Nota-se que o tratamento BIII, com maior substituição de gordura por mucilagem, foi o menos preferido pelos provadores.

O tratamento BC obteve notas que variaram entre ‘gostei moderadamente’ e ‘gostei muito’. Apesar de apresentarem diferenças estatísticas significativas em relação ao controle, os tratamentos BI e BII apresentaram notas de aceitação que variaram de ‘gostei ligeiramente’ a ‘gostei moderadamente’ na escala hedônica. No entanto, o tratamento BIII obteve as menores notas que variaram de ‘não gostei/nem desgostei’ a ‘gostei ligeiramente’.

Campos et al. (2016) verificaram menores notas de impressão global em sorvetes formulados com mucilagem de chia em relação ao controle devido a coloração escura, com média de notas variando entre 2,07 a 2,53.

### **3.4.2 Teste de intenção de compra**

Os resultados referentes à análise de variância e teste de intenção de compra dos biscoitos estão apresentados na Tabela 12 e na Figura 16.

Tabela 12 Notas médias de intenção de compra dos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Notas para intenção de compra*
BC	4,02 ± 0,98 <sup>a</sup>
BI	3,45 ± 1,02 <sup>b</sup>
BII	3,39 ± 1,16 <sup>b</sup>
BIII	2,67 ± 1,09 <sup>c</sup>

BC: biscoito controle, BI, BII e BIII: biscoitos com substituição de 10, 20 e 30% da gordura por mucilagem de chia, respectivamente. Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 0,05

\*Notas variando de 1 (certamente não compraria) a 5 (certamente compraria).

A análise de variância para intenção de compra (Tabela 12) mostrou que houve um efeito estatístico significativo ao substituir a gordura dos biscoitos por mucilagem de chia ( $P < 0,05$ ) e o respectivo gráfico foi construído.

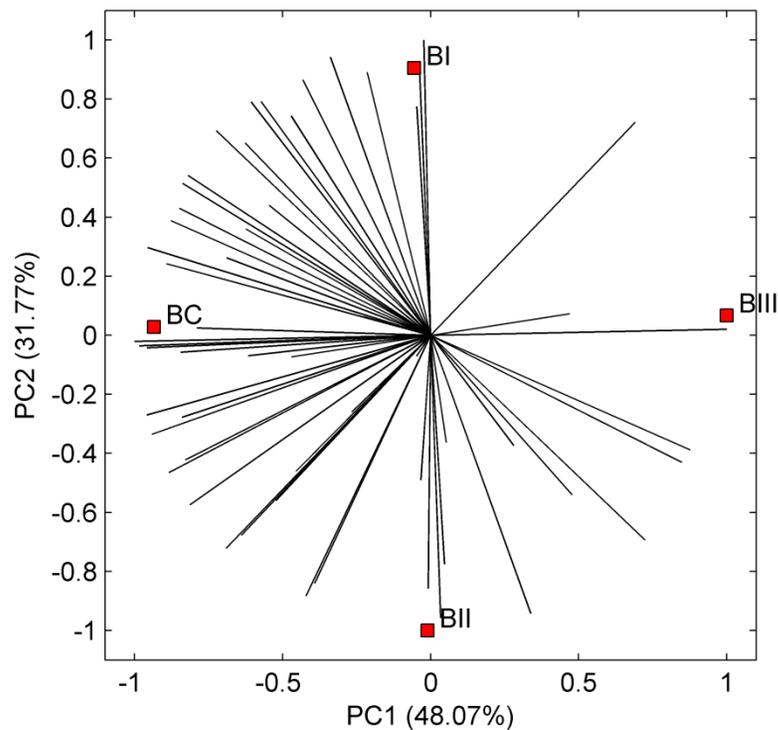


Figura 16 Mapa de preferência para a intenção de compra dos biscoitos em que BC, BI, BII e BIII representam as porcentagens de 0, 10, 20, e 30% de substituição de gordura por mucilagem de chia nos biscoitos, respectivamente.

Observa-se pela Figura 16, que os biscoitos do tratamento BC foram os que apresentaram maior intenção de compra pelos provadores, seguido dos tratamentos BI e BII e com a menor intenção de compra o tratamento BIII. Os resultados obtidos estão de acordo com a análise de aceitação sensorial,

mostrando que os biscoitos com maior aceitação sensorial foram os com maior intenção de compra.

As notas obtidas no teste de intenção de compra variaram de ‘provavelmente não compraria’ a ‘provavelmente compraria’. O tratamento BC apresentou nota de ‘provavelmente compraria’, os tratamentos BI e BII tiveram notas entre ‘não sei’ e ‘provavelmente compraria’, enquanto no tratamento BIII foi verificada variação das notas entre ‘provavelmente não compraria’ a ‘não sei’.

#### 4 CONCLUSÃO

O uso da mucilagem de chia como substituto de gordura em biscoitos contribuiu para a redução os teores de lipídeos e, conseqüentemente, dos valores energéticos e também para a redução dos valores de luminosidade ( $L^*$ ) e da cor amarela ( $b^*$ ).

O aumento da substituição da gordura nos biscoitos por mucilagem de chia alterou a textura dos biscoitos com substituição de 20% e 30%, os quais apresentaram maior dureza.

Em relação a aceitação sensorial dos biscoitos, observou-se manutenção das notas de aceitação sensorial para os tratamentos com substituição de 20% e 30% da gordura, cujas notas variaram de ‘gostei ligeiramente’ a ‘gostei moderadamente’ e para a intenção de compra, notas entre ‘não sei’ a ‘provavelmente compraria’, respectivamente.

A utilização da mucilagem de chia como substituto de gordura é uma alternativa promissora para ser utilizada como inovação tecnológica pela indústria de alimentos no processo de fabricação de biscoitos.

## REFERÊNCIAS

AGGARWAL, D.; SABIKHI, L.; SATHISH KUMAR, M. H. Formulation of reduced-calorie biscuits using artificial sweeteners and fat replacer with dairy–multigrain approach. **NFS Journal**, v. 2, p. 1-7, 2016.

AKBARI, M. et al. The effect of inulin on the physicochemical properties and sensory attributes of low-fat ice cream. **International Dairy Journal**, v. 57, p. 52-55, 2016.

AKESOWAN, A. (2007). Effect of Konjac flour/soy protein isolate mixture on reduced fat, added water chiffon cakes. **AU Journal of Technology**, v. 1, n. 1, p. 23-27.

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION – ADA. Position of the American Dietetic Association: Fat Replacers. **Journal of the AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION**, v. 105, p. 266-275, 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS -AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Washington, v. 2, 1990.

AVILA-DE LA ROSA, G. et al. Viscoelasticity of chia (*Salvia hispanica* L.) seed mucilage dispersion in the vicinity of an oil-water interface. **Food Hydrocolloids**, v. 49, p. 200–207, 2015.

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**, v. 110, n. 6, p. 946–949, 2010.

CAMPOS, B. E. Optimization of the mucilage extraction process from chia seeds and application in ice cream as a stabilizer and emulsifier. **LWT - Food Science and Technology**, v. 65, p. 874-883, 2016.

CAPITANI, M.I. et al. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. **LWT - Food Science and Technology**, v. 45, p. 94-102, 2012.

CAPITANI, M. I. et al. Rheological properties of aqueous dispersions of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage. **Journal of Food Engineering**, v. 149, p. 70–77, 2015.

CAPITANI, M. I.; NOLASCO, S. M.; TOMÁS, M. C. Stability of oil-in-water (O/W) emulsions with chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage. **Food Hydrocolloids**, v. 61, p. 537–546, 2016.

FELISBERTO, M. H. F. et al. Use of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage gel to reduce fat in pound cakes. **LWT - Food Science and Technology**, v. 63, p. 1049–1055, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análise e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, jul. 2008.

IXTAINA, V. Y.; NOLASCO, S. M.; TOMÁS, M. C. Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. **Industrial Crops and Products**, v. 28, p. 286-293, 2008.

LAGUNA et al. HPMC and inulin as fat replacers in biscuits: Sensory and instrumental evaluation. **LWT - Food Science and Technology**, v. 56, p. 494-501, 2014.

LINDSAY, R. D. Aditivos alimentares. FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4 ed.[s.l.] Artmed, 2010. p. 900.

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

MORETTO, E.; FETT, R. **Processamento e análise de biscoitos**. São Paulo: Varela, 1999.

NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M. **Senso Maker**: version 1.0. Lavras: UFLA, 2012.

OLIVOS-LUGO, B. L.; VALDIVIA-LÓPEZ, M. Á.; TECANTE, A. Thermal and physicochemical properties and nutritional value of the protein fraction of Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.). **Food Science and Technology International**, v. 16, n. 1, p. 89-96, 2010.

PAREYT, B. et al. The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: Structural and textural properties. **Journal of Food Engineering**, v. 90, p. 400-408, 2009.

SANTIAGO-GARCÍA, P. A. et al. Evaluation of Agave angustifolia fructans as fat replacer in the cookies manufacture. **LWT - Food Science and Technology**, v. 77, p. 100-109, 2017.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. London: Academic, 1985. 338 p.

SWANSON, R. B; MUNSAYAC, L. J. Acceptability of fruit purees in peanut butter, oatmeal, and chocolate chip reduced-fat cookies. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 99, n. 3, p. 343-345, 1999.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Tabela brasileira de composição de alimentos -TACO**. 2. ed. Campinas, 2006. 113 p.

TIMILSENA, Y. P. et al. Molecular and functional characteristics of purified gum from Australian chia seeds. **Carbohydrate Polymers**, v. 136, p. 128-136, 2016.

VAN DE KAMER, J.H; VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 29, n. 4, p. 239-251, July, 1952.

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

ŻBIKOWSKA, A.; RUTKOWSKA, J. Possibility of partial replacements of fat by inuline in cookies in order to decrease their caloric value. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, v. 58, n. 1, pp. 113-117, 2008.

ZOULIAS, E. I.; OREOPOULOU, V.; TZIA, C. Textural properties of low-fat cookies containing carbohydrate- or protein-based fat replacers. **Journal of Food Engineering**, v. 55, p. 337–342, 2002.