



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
ESCOLA DE QUÍMICA E ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIA DE ALIMENTOS

**PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE MUCILAGEM DE CHIA (*Salvia
hispanica* L.) EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS**

SIBELE SANTOS FERNANDES

PROF^a. DR^a. MYRIAM DE LAS MERCEDES SALAS-MELLADO
Orientadora

RIO GRANDE, RS
2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
ESCOLA DE QUÍMICA E ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIA DE ALIMENTOS

**PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE MUCILAGEM DE CHIA (*Salvia
hispanica* L.) EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS**

SIBELE SANTOS FERNANDES

Dissertação apresentada como parte dos requisitos
para obtenção do título de Mestre em Engenharia e
Ciência de Alimentos.

PROF^a. DR^a. MYRIAM DE LAS MERCEDES SALAS-MELLADO

Orientadora

RIO GRANDE, RS

2016

Ficha catalográfica

F363p Fernandes, Sibeles Santos.

Produção e aplicação de mucilagem de chia (*Salvia hispanica* L.) em produtos alimentícios / Sibeles Santos Fernandes. – 2016.

136 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Rio Grande/RS, 2016.

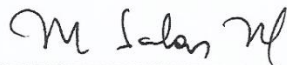
Orientadora: Dr^a. Myriam de Las Mercedes Salas-Mellado.

1. Semente de chia 2. Extração 3. Substituição de gordura
4. Mucilagem I. Salas-Mellado, Myriam de Las Mercedes
II. Título.

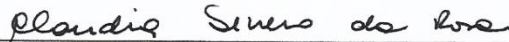
CDU 547.458.7:664.6

APROVAÇÃO

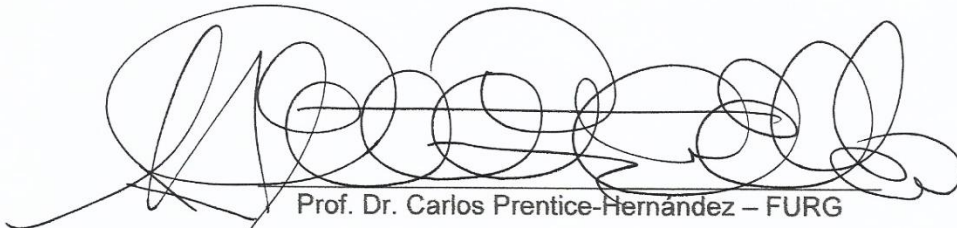
Dissertação defendida por Sibeles Santos Fernandes e aprovada em 2 de março de 2016, pela Comissão Examinadora constituída pelos professores:



Profa. Dra. Myriam Salas Mellado – FURG



Profa. Dra. Claudia Severo da Rosa – UFSM



Prof. Dr. Carlos Prentice-Hernández – FURG



Profa. Dra. Luciellen Oliveira dos Santos – FURG

*Dedico aos meus pais, Jesus e Gilca,
e à minha madrinha Gládis.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder a vida com muita saúde, ter me dado força e coragem para realizar e concluir este trabalho.

Aos meus pais, Jesus e Gilca, que nunca mediram esforços para que eu estudasse. Por terem sacrificado muito desejos por acreditarem no meu potencial e permitirem que tudo o que eu realizei e conquistei até hoje fosse possível. Por toda a compreensão nas minhas ausências devido às horas dedicadas ao mestrado. Vocês são a minha vida, amo vocês!

À minha madrinha, Gládis, pela participação em mais esta conquista e sempre está ao meu lado em todos os momentos da minha vida. És minha segunda mãe, anjo da minha vida!

A todos os meus familiares, que mesmo de longe, sempre foram muito importantes nessa minha jornada. Por me incentivarem mesmo sem ter noção do que eu estava fazendo!!

À minha orientadora Myriam Salas-Mellado pela oportunidade de realização desse trabalho.

Agradeço pela orientação, compreensão, carinho, amizade e confiança.

As meus amigos, irmãos e afilhados, Cristina e Nininho, casal maravilhoso da minha vida, que estiveram sempre presentes em todos os momentos da minha vida, sendo eles bons ou ruins. Entenderam minhas ausências, o pouco tempo ao lado deles e todo o meu estresse, com toda a compreensão e apoio que tudo ia dar certo. Sou imensamente grata por tudo que vocês fazem por mim. Amo vocês!

A minha amiga Priscila, amiga de muitos anos, que nesse período do mestrado, entendeu, assim como eu, que o que importa na vida não é estar sempre perto, mas sim com o coração e alma ligadas. Te amo minha biotecnologista preferida!

A minha amiga Gabi, que sempre esteve ao meu lado, independente do momento, nos cinco anos de graduação e nesses dois anos de mestrado. Impossível não te agradecer por toda a tua amizade, carinho e paciência, me incentivando e apoiando! A graduação acaba, o mestrado acaba, mas as amizades não mudam!

A todos os meus amigos, que se fosse descrever todos os nomes daqueles que estavam na ponta da língua com uma palavra de motivação e força, não caberiam todos aqui! Muito obrigada!

Aos colegas de trabalho, e mais que isso, meus amigos, Paola, Taís, Douglas, Michele Coelho e Juliana por todo tempo passado juntos, pelos momentos de descontração, apoio e incentivo! Vocês tornaram os meus dias muito melhores, as nossas risadas faziam esquecer os problemas da vida e me mostraram qual o real sentido da palavra “amizade”. Vocês foram meu melhor presente do mestrado e nossa amizade será para sempre!

A técnica do Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Sabrine Aquino, pessoa maravilhosa e prestativa que me auxiliou em diversas análises, sempre com paciência e com um jeitinho para resolver qualquer coisa. Obrigada pela ajuda Sabrinete!

Aos demais colegas do Laboratório de Tecnologia de Alimentos, o meu muito obrigada por tudo, todos de alguma forma contribuíram para esse trabalho e para a minha vida!

A turma do mestrado PPGECA 2015, que sempre foi unida, sempre com churrascos e “ajuntamentos” muito divertidos na minha casa! Agradeço pela ótima convivência e amizade conquistada.

Aos membros da banca, pelas opiniões e correções propostas.

Às empresas Dubai Alimentos e NaturOvos por cederam as sementes de chia, e ovo e gema de ovo desidratados, respectivamente, utilizadas neste trabalho.

A Universidade Federal do Rio Grande que permitiu que a realização do meu sonho de seguir na área acadêmica fosse possível. Por toda a estrutura que foi prestada para que eu pudesse usufruir, além de todo o conhecimento adquirido por parte dos professores.

A Capes pela concessão da bolsa do mestrado.

Enfim, a todos, de coração, **MUITO OBRIGADA!**

"Você poderia me dizer, por favor, qual caminho eu devo seguir?"

"Isso depende muito de onde você deseja chegar."

(Lewis Carroll em "Alice no País das Maravilhas")

RESUMO

A chia (*Salvia hispanica* L.) é uma planta herbácea cultivada anualmente, sendo considerada oleaginosa em virtude do alto teor de óleo, que corresponde de 30 a 40% da semente. As sementes de chia quando em presença de água possuem a capacidade de formar um gel transparente mucilaginoso devido à presença de moléculas hidrofílicas que se combinam com a água. A mucilagem de chia representa cerca de 6% da semente de chia e é composta principalmente por fibras dietéticas, as quais apresentam uma grande capacidade de retenção e absorção de água. Além disso, a mucilagem de chia apresenta baixo teor lipídico. Logo, a mucilagem de chia se mostra com um novo ingrediente, com potencial aplicabilidade em alimentos, atuando como emulsificante, estabilizador de espuma, agente de ligação e substituto de gordura. Diante disso, este trabalho teve como objetivo produzir mucilagem de chia (*Salvia hispanica* L.) para aplicação na substituição da gordura em produtos alimentícios, como pães, bolos de chocolate e maionese. Inicialmente, foi realizado um estudo da extração da mucilagem de chia, utilizando diferentes relações semente:água e tipos de secagem, seguida de sua caracterização. As mucilagens de chia liofilizada e seca a 50°C foram aplicadas na substituição da gordura em pão e bolo de chocolate, já a mucilagem de chia liofilizada foi utilizada para a substituição do óleo e da gema de ovo em maionese. Os produtos desenvolvidos foram caracterizados quanto à composição proximal, suas características tecnológicas e resposta sensorial de aceitação. A substituição de até 75% da gordura nos pães pela adição da mucilagem de chia garantiu aumento no volume específico e manteve as demais características tecnológicas, sendo que quando testadas sensorialmente, e nesse mesmo grau de substituição, os pães com adição da mucilagem de chia seca a 50°C apresentaram maior aceitabilidade e maior intenção de compra. Os bolos de chocolate apresentaram resultados semelhantes aos dos pães, embora os melhores resultados foram obtidos com substituições inferiores a 50%. Sensorialmente, os bolos de chocolate com 75% da substituição da gordura por mucilagem de chia não apresentaram diferença significativa quanto ao tipo de mucilagem, entretanto a intenção de compra foi maior para mucilagem seca a 50°C. Em relação às maioneses, a substituição do óleo por mucilagem de chia liofilizada apresentou aumento da estabilidade, em relação à amostra controle, e propriedades de textura semelhantes à maionese comercial. Já a adição de mucilagem de chia liofilizada pela substituição da gema de ovo apresentou resultados negativos, tanto para os parâmetros de textura, como na redução do teor lipídico. Sensorialmente, as maioneses com substituição da gema de ovo foram melhor aceitas do que as com substituição do óleo. Com este estudo, foi possível verificar que a mucilagem de chia apresenta propriedades que a possibilitam atuar como agente emulsificante em produtos alimentícios. Além disso, os produtos alimentícios desenvolvidos apresentaram-se mais saudáveis, com menor conteúdo de lipídios, garantindo características sensoriais e tecnológicas adequadas.

Palavras-chave: Semente de chia. Extração. Substituição da gordura. Propriedades tecnológicas.

PRODUCTION AND APPLICATION OF CHIA (*Salvia hispanica* L.) MUCILAGE IN FOOD PRODUCTS

ABSTRACT

Chia (*Salvia hispanica* L.) is a herbaceous plant grown annually, and it is considered an oilseed because of the high oil content, which is 30-40% of the seed. The chia seed when in the presence of water have the capacity to form a transparent mucilaginous gel due to the presence of hydrophilic molecules which combine with water. The chia mucilage represents about 6% of chia seed and is composed mainly of dietary fibers which have a large holding and water absorption capacity. In addition, the chia mucilage has a low fat content. Therewith the chia mucilage shown with a new ingredient with potential applications in foods, acting as emulsifier, foam stabilizer, binding agent and fat replacer. Therefore, this study had as objective to produce mucilage of chia (*Salvia hispanica* L.) for use as fat replacer in food products such as breads, chocolate cakes and mayonnaise. Initially, it was conducted a study of the extraction of the chia mucilage, using different relations seed:water and two drying types, followed by their characterization. The chia mucilage in form of lyophilized and dried at 50°C were applied in the partial and total replacement of fat in bread, chocolate cake, and lyophilized chia mucilage was used for replacement of oil and egg yolk in mayonnaise. The developed products were characterized for proximate composition and its technological and physical characteristics. At the end, the sensory analysis of the products was performed. Replacement of up to 75% of the fat in breads by adding chia mucilage produced increase the specific volume and keeping the other technological characteristics, whereas when tested by sensory evaluation, products with the same degree of substitution, breads with addition of chia mucilage dried at 50°C presented higher acceptability and purchase intent by the judges, compared with products substituted with lyophilized mucilage. The chocolate cakes showed similar results to breads, although the best results were obtained with level substitutions less than 50% of chia mucilage. In sensory evaluation, chocolate cakes with 75% of substitution of fat per chia mucilage showed no significant difference in the type of mucilage, however the intent to purchase was higher for breads with substitution of dry mucilage at 50°C. In relation to mayonnaise, the replacement of oil per lyophilized chia mucilage showed increased stability relative to the control sample, and texture properties similar to commercial mayonnaise. Since the addition of lyophilized chia mucilage replacing egg yolk presented negative results in texture parameters, and reducing the fat content. The mayonnaise with egg yolk replacement were better accepted than the mayonnaise with oil replacement. From this study, we verified that chia mucilage has properties that enable it to act as an emulsifier in food products. Additionally, the developed products were healthier with lower lipid content, ensuring the sensory and technological characteristics.

Keywords: Chia seed. Extraction. Fat Replacement. Technological properties.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Formulação (g) do pão controle e dos pães adicionados de mucilagem de chia. ...	44
Tabela 2 - Formulação do bolo de chocolate (g) controle e dos adicionados de mucilagem de chia.	46
Tabela 3 - Formulação da maionese (g) controle e das maioneses com substituição do óleo e da gema de ovo pela adição de mucilagem de chia liofilizada.....	50
Tabela 4 - Composição proximal e valor calórico da semente de chia.....	55
Tabela 5 – Rendimento da extração da mucilagem seca e liofilizada.	57
Tabela 6 - Composição proximal, em base seca, e valor calórico da mucilagem de chia seca a 50°C e liofilizada.....	58
Tabela 7 - Propriedades funcionais da mucilagem de chia seca a 50°C e liofilizada.	60
Tabela 8 - Parâmetros de cor e tonalidade da mucilagem de chia seca a 50°C e liofilizada. ...	62
Tabela 9 - Composição proximal do pão controle e dos pães adicionados de mucilagem de chia em substituição a gordura vegetal hidrogenada adicionada.	63
Tabela 10 – Características físicas e tecnológicas do pão controle e dos pães adicionados de mucilagem de chia em substituição a gordura vegetal hidrogenada adicionada.	66
Tabela 11 - Parâmetros de cor para o pão controle e os pães adicionados de mucilagem de chia em substituição a gordura vegetal hidrogenada adicionada.	69
Tabela 12 – Notas da avaliação sensorial dos pães com 75 e 100% de substituição da gordura por mucilagem de chia seca a 50°C.	72
Tabela 13 - Composição proximal do bolo de chocolate controle e dos adicionados de mucilagem de chia em substituição a margarina adicionada.	75
Tabela 14 - Características físicas e tecnológicas do bolo de chocolate controle e dos bolos adicionados de mucilagem de chia em substituição a margarina adicionada.....	77
Tabela 15 - Parâmetros de cor para o bolo de chocolate controle e para os adicionados de mucilagem de chia em substituição a margarina adicionada.	80
Tabela 16 – Notas da avaliação sensorial de cada parâmetro para a substituição da margarina por mucilagem de chia liofilizada e seca a 50°C.	83
Tabela 17 - Parâmetros da análise de textura para as diferentes maioneses.	85
Tabela 18 - Parâmetros de textura para a maionese controle e maionese adicionada de mucilagem de chia pela substituição do óleo.	86

Tabela 19 - Composição proximal, valor calórico, atividade de água, estabilidade e parâmetros de cor da maionese controle, maioneses com substituição do óleo e adicionadas de mucilagem de chia e da maionese comercial.....	88
Tabela 20 – Notas da avaliação sensorial de cada parâmetro para a substituição do óleo por mucilagem de chia liofilizada em maionese.....	94
Tabela 21 - Parâmetros de textura para a maionese controle e maionese adicionada de mucilagem de chia pela substituição da gema de ovo.....	96
Tabela 22 - Composição proximal, valor calórico, atividade de água, estabilidade e parâmetros de cor da maionese controle, maioneses com substituição da gema de ovo e adicionadas de mucilagem de chia e da maionese comercial.....	97
Tabela 23 – Notas da avaliação sensorial de cada parâmetro para a substituição da gema de ovo por mucilagem de chia liofilizada em maionese.....	101

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Plantação de chia (a) e semente de chia (b).	29
Figura 2 - Semente de chia antes da hidratação (a) e após a hidratação (b).....	34
Figura 3 - Semente de chia rodeada da mucilagem exsudada.	34
Figura 4 - Fluxograma de elaboração do pão pelo método da massa direta.	45
Figura 5 - Fluxograma de elaboração do bolo de chocolate.	47
Figura 6 - Fotografias dos pães desenvolvidos nesse estudo.	70
Figura 7 – Gráfico do perfil dos participantes da pesquisa.	71
Figura 8 - Intenção de compra (%) dos pães desenvolvidos com mucilagem de chia seca a 50°C.....	73
Figura 9 - Fotografias dos bolos de chocolate desenvolvidos nesse estudo.....	81
Figura 10 - Gráfico do perfil dos participantes da pesquisa.....	82
Figura 11 - Intenção de compra (%) dos bolos de chocolate desenvolvidos com mucilagem de chia liofilizada e seca a 50°C.....	84
Figura 12 - Fotografias da maionese controle (a), as maioneses com substituição de (b) 15% (c) 25%, (d) 35% e (e) 45% do óleo e a maionese comercial (f).....	91
Figura 13 - Micrografias da maionese controle (a), das maioneses com substituição do óleo (b)15%, (c) 25%, (d) 35% e (e) 45% por mucilagem de chia liofilizada, e da maionese comercial (f), com ampliação de x100.	92
Figura 14 - Gráfico do perfil dos participantes da pesquisa.	93
Figura 15 - Intenção de compra (%) das maioneses desenvolvidas com redução do óleo pela adição de mucilagem de chia liofilizada.	95
Figura 16 - Fotografias da maionese controle (a), as maioneses com substituição de (b) 15% (c) 25% e (d) 35% da gema de ovo e a maionese comercial (f).	99
Figura 17 - Micrografias da maionese controle (a), das maioneses com substituição da gema de ovo (b)15% (c) 25% e (d) 35% por mucilagem de chia liofilizada, e da maionese comercial (e), com ampliação de x100.....	100
Figura 18 - Intenção de compra (%) das maioneses desenvolvidas com redução da gema de ovo pela adição de mucilagem de chia liofilizada.	102

NOMENCLATURA

a* – coordenada de cromaticidade

Aa – atividade de água

ABIP – Associação Brasileira das Indústrias de Panificação e Confeitaria

b* – coordenada de cromaticidade

BCM-25, BCM-50, BCM-75 e BCM-100 – formulações com 25, 50, 75 e 100% de substituição da gordura vegetal em pães por mucilagem de chia, respectivamente

b.u. – base úmida

b.s. – base seca

CCM-25, CCM-50, CCM-75 e CCM-100 – formulações com 25, 50, 75 e 100% de substituição da margarina em bolos de chocolate por mucilagem de chia, respectivamente

CE – capacidade emulsificante

CM – mucilagem de chia

CRA – capacidade de retenção de água

CRO – capacidade de retenção de óleo

F₀ – massa de amostra

F₁ – massa precipitada

FAO – Food Agricultural Organization

hab – ângulo de tonalidade (ângulo Hue)

IA – índice de aceitabilidade

L* – luminosidade

m – massa de amostra

MCM-15, MCM-25, MCM-35 e MCM-45 – formulações com 15, 25, 35 e 45% de substituição do óleo ou gema de ovo em maionese por mucilagem de chia liofilizada

Oe – Volume de óleo emulsificado

PC – Perda de cocção

R – quantidade de água ou óleo retido

TCLE – Termo de consentimento livre e esclarecido

v – volume total de suspensão

VE – volume específico

WHO – World Health Organization

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
2	OBJETIVOS	25
2.1	Objetivo geral	25
2.2	Objetivos específicos	25
3	REVISÃO DA LITERATURA	27
3.1	Alimentos funcionais	27
3.2	Substitutos de gordura.....	28
3.3	Chia	29
3.3.1	Características das sementes de chia	30
3.3.2	Composição da semente de chia	30
3.4	Mucilagem.....	32
3.5	Produtos desenvolvidos com mucilagem de chia	35
3.6	Pão	37
3.7	Bolo.....	38
3.8	Maionese	39
4	MATERIAL E MÉTODOS	41
4.1	MATERIAL	41
4.2	MÉTODOS.....	41
4.2.1	Extração da mucilagem.....	41
4.2.2	Composição proximal da semente de chia e da mucilagem de chia.....	42
4.2.3	Valor calórico	42
4.2.4	Avaliação das propriedades funcionais da mucilagem de chia	42
4.2.4.1	Capacidade emulsificante.....	42
4.2.4.2	Capacidade de retenção de água e de óleo	43
4.2.5	Cor da mucilagem de chia.....	43
4.2.6	Preparo do pão.....	43
4.2.7	Preparo do bolo de chocolate	45
4.2.8	Análises pão e bolo de chocolate.....	47
4.2.8.1	Composição proximal	47
4.2.8.2	Volume específico	47
4.2.8.3	Perda de cocção	47
4.2.8.4	Dureza	48
4.2.8.5	Cor	48
4.2.8.6	Avaliação tecnológica.....	48
4.2.8.7	Simetria	49
4.2.8.8	Determinação da atividade de água	49
4.2.9	Preparo da maionese	49
4.2.10	Avaliação das maioneses	50
4.2.10.1	Composição proximal	50
4.2.10.2	Cor	50
4.2.10.3	Estabilidade da emulsão.....	50
4.2.10.4	Textura	51
4.2.10.5	Determinação da atividade de água	51
4.2.10.6	Microscopia óptica.....	51
4.2.10.7	Comparação com maionese comercial.....	52

4.2.11	Análise sensorial.....	52
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
5.1	COMPOSIÇÃO PROXIMAL DA SEMENTE DE CHIA	55
5.2	MUCILAGEM DE CHIA	56
5.2.1	Extração.....	56
5.2.2	Composição proximal	58
5.2.3	Propriedades funcionais	59
5.2.4	Cor	61
5.3	PÃO ADICIONADO DE MUCILAGEM DE CHIA EM SUBSTITUIÇÃO A GORDURA VEGETAL HIDROGENADA	62
5.3.1	Composição proximal	62
5.3.2	Características físicas e tecnológicas	65
5.3.3	Cor	67
5.3.4	Análise sensorial.....	70
5.4	BOLO DE CHOCOLATE ADICIONADO DE MUCILAGEM DE CHIA EM SUBSTITUIÇÃO A MARGARINA	74
5.4.1	Composição proximal	74
5.4.2	Características físicas e tecnológicas	76
5.4.3	Cor	79
5.4.4	Análise sensorial.....	82
5.5	MAIONESE ADICIONADA DE MUCILAGEM DE CHIA.....	85
5.5.1	Testes preliminares	85
5.5.2	Substituição do óleo por mucilagem de chia.....	86
5.5.2.1	Textura	86
5.5.2.2	Composição proximal e características tecnológicas e físicas das maioneses ...	87
5.5.2.3	Microscopia ótica.....	91
5.5.2.4	Análise sensorial.....	92
5.5.3	Substituição da gema de ovo por mucilagem de chia	95
5.5.3.1	Textura	95
5.5.3.2	Composição proximal e características tecnológicas e físicas	96
5.5.3.3	Microscopia ótica.....	99
5.5.3.4	Análise sensorial.....	101
6	CONCLUSÃO	103
7	SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	105
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107
	APÊNDICES	117
	ANEXOS.....	125

1 INTRODUÇÃO

Desde a década passada, os alimentos não são utilizados apenas como fonte de calorias e nutrientes, uma vez que a incidência das doenças cardiovasculares está intimamente relacionada ao estilo de vida, sendo a dieta um importante fator para sua etiologia. Eles são ingeridos com o intuito de proporcionar um benefício fisiológico adicional, como por exemplo, a prevenção de uma variedade de doenças, melhorando assim o bem-estar físico e mental de seus consumidores (MENRAD, 2003).

Tanto a quantidade, como o tipo de gordura consumida, são de importância para a etiologia de várias doenças crônicas, como obesidade, doenças cardiovasculares e câncer. Em vista disso, muitos consumidores estão aderindo a orientações nutricionais sobre o consumo de gordura, resultando em uma pressão na área industrial para produzir alimentos com quantidade de gordura, açúcar, colesterol, sal e certos aditivos reduzidos (LIU; XU; GUO, 2007).

A semente de chia (*Salvia hispanica* L.), nativa da região do sul do México e norte da Guatemala, possui um alto teor de óleo, cerca de 30 a 40%, que é rico em ácidos graxos poli-insaturados, principalmente ácidos graxos ômega-3 (ácido linolênico, 54-67%) e ômega-6 (ácido linoleico, 12-21%) essenciais ao organismo humano, e cujo uso pode reduzir o colesterol no sangue e diminuir o risco de doenças cardiovasculares (AYERZA; COATES, 2011). Além disso, apresenta uma grande quantidade de fibra dietética total, cerca de 18 a 30% da semente, a qual apresenta uma grande capacidade de reter e absorver água, que pode atuar como um agente emulsionante e estabilizante de emulsões, e o seu consumo se apresenta como uma importante alternativa para melhorar a saúde humana (CAPITANI et al., 2012).

Mesmo ainda sendo pouco conhecida, a produção mundial de chia está aumentando visto que as propriedades físico-químicas e funcionais ligadas a semente apresentam grande importância para a fabricação de diversos produtos como sobremesas, bebidas, pães, geleias, biscoitos, emulsões, entre outros (CAPITANI et al., 2012). Nos EUA, América Latina e Austrália, as sementes de chia são utilizadas como suplementos nutricionais, bem como na fabricação de barras de cereais matinais e biscoitos. Não existe ainda nenhum caso de efeitos adversos ou alérgicos causada pela semente de chia inteira, moída ou mucilagem (MUÑOZ et al., 2012b).

Quando a semente de chia é mergulhada em água, um gel transparente mucilaginoso, composto essencialmente de fibras solúveis é exsudado. O gel formado possui qualidades que permitem sua aplicação em diversos produtos na indústria de alimentos (ALI

et al., 2012), podendo assim melhorar características sensoriais, como textura e valor nutricional dos produtos elaborados.

Cerca de 6% da semente de chia corresponde a mucilagem e esta pode ser utilizada como fibra solúvel e dietética (REYES-CAUDILLO; TECANTE; VALDIVIA-LÓPEZ, 2008). As frações fibrosas da chia evidenciam uma grande capacidade para a retenção e absorção de água, e atuam como agente emulsionante e estabilizante de emulsões, sendo o seu consumo uma importante alternativa para melhorar a saúde humana (CAPITANI et al., 2012), uma vez que já existem trabalhos relacionados com a redução dos riscos de doenças cardiovasculares e diabetes pelo aumento do consumo de fibras.

A maionese é um dos condimentos mais consumidos em todo o mundo e dentre os produtos de confeitaria, o pão e o bolo são os mais consumidos. Em vista do alto consumo destes produtos e da mucilagem da chia apresentar-se como um novo ingrediente com grande potencial para aplicação em alimentos, é de suma importância desenvolver novos produtos alimentares mais saudáveis, com baixo teor de gordura, pela substituição da mesma, preservando os atributos de qualidade perdidos quando a gordura é substituída (SHEN; LUO; DONG, 2011), além de serem atrativos e saborosos.

Com isso, este trabalho teve por objetivo utilizar a mucilagem de chia para a substituição da gordura em pães, bolos e maionese, e por consequência, aumentar o valor nutricional dos produtos, tornando-os mais saudáveis.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Extrair a mucilagem de chia para aplicação em produtos alimentícios visando reduzir a quantidade de gordura e aumentar o valor nutricional.

2.2 Objetivos específicos

- Extrair e determinar as propriedades funcionais da mucilagem da chia seca por dois métodos diferentes;
- Elaborar pão e bolo de chocolate substituindo parcial ou totalmente a gordura por mucilagem de chia;
- Elaborar maionese substituindo parcialmente o conteúdo da gema de ovo ou óleo por mucilagem de chia;
- Avaliar os produtos alimentícios através da composição proximal e características tecnológicas e físicas, determinando a melhor formulação para ser avaliada sensorialmente.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Alimentos funcionais

Nos últimos anos, a alimentação tornou-se uma esfera complexa da vida, onde os consumidores se tornaram mais conscientes da importância das escolhas alimentares e muito ansiosos para adotar hábitos em relação às suas escolhas alimentares. O sucesso do mercado dos alimentos funcionais é amplamente reconhecido e depende da aceitação do consumidor como parte de sua dieta diária (ANNUNZIATA; VECCHIO, 2011).

O principal papel da dieta é fornecer nutrientes suficientes para satisfazer as exigências metabólicas de um indivíduo e proporcionar ao consumidor uma sensação de satisfação e bem-estar. Além disso, a dieta pode ter efeitos fisiológicos e psicológicos benéficos, além dos efeitos nutricionais amplamente aceitos. Na verdade, a dieta pode melhorar tanto a saúde e o desenvolvimento, como também pode desempenhar um papel importante na redução do risco de doenças (DIPLOCK et al., 1999).

No Brasil, alimento funcional é definido como “todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produza efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica”, de acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 1999).

Os alimentos funcionais correspondem a uma parte da dieta humana e proporcionam benefícios para a saúde, diminuindo o risco de doenças crônicas, além daqueles fornecidos pela nutrição adequada. Os alimentos funcionais incluem: (i) os alimentos habituais com que ocorrem naturalmente substâncias bioativas (por exemplo, fibra dietética), (ii) alimentos suplementados com substâncias bioativas (por exemplo, probióticos e antioxidantes), e (iii) ingredientes alimentares derivados introduzidos em alimentos convencionais (por exemplo, prebióticos) (GRAJEK; OLEJNIK; SIP, 2005).

As fibras extraídas de alguns grãos e sementes exibem propriedades fisiológicas e funcionais que as tornam promissoras para uso em indústria de alimentos e aplicações na área da saúde (VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2009). De acordo com a sua solubilidade, as fibras dietéticas podem ser classificadas em solúveis e insolúveis. Celulose, hemicelulose e lignina não são solúveis em água, enquanto que pectinas, gomas e mucilagens são solúveis em água, retardando o esvaziamento gástrico e o trânsito intestinal, apresentando alta viscosidade e capacidade de fermentação (DHINGRA et al., 2012).

3.2 Substitutos de gordura

A quantidade e tipo de gordura consumida são de importância para a etiologia de várias doenças crônicas, como obesidade, doenças cardiovasculares e câncer. Em vista disso, muitos consumidores estão aderindo a orientações nutricionais sobre o consumo de gordura, resultando em uma pressão na área industrial para produzir alimentos com quantidade de gordura, açúcar, colesterol, sal e certos aditivos reduzidos (LIU; XU; GUO, 2007). Entretanto, há um desafio considerável para preservar as mesmas qualidades e atributos de produtos ricos em gordura (WORRASINCHAI et al., 2006). Assim, para estabelecer uma formulação com baixo teor de gordura em produtos, é necessário o uso de ingredientes sem gordura com diferentes funções para fornecer os atributos de qualidade perdidos quando a gordura é removida (SHEN; LUO; DONG, 2011).

A quantidade de gordura pode ser reduzida em produtos alimentares por meio de técnicas tradicionais, tais como diluição com água (*ADA reports*, 2005). A redução da fase oleosa pode afetar a liberação do aroma e das propriedades texturais dos produtos com baixo teor de gordura. Grandes quantidades de água podem ocasionar a formação de um creme e uma rápida separação de fases óleo-em-água (o/a) em emulsões (BORTNOWSKA; TOKARCZYK, 2009). Devido às suas propriedades de texturização, os polissacarídeos e suas misturas são amplamente utilizados para controlar as propriedades reológicas das emulsões de óleo-em-água (DESPLANQUES et al., 2012).

Em produtos de panificação, ocorre a exigência de uma proporção relativamente grande de gordura. Bolos, por exemplo, com 25 a 100% de gordura, podem ser reduzidos em até 75% da gordura na formulação, pois a gordura possui três funções principais, como prender o ar durante a execução da massa, emulsionar o líquido na formulação e promover suavidade e maciez, as quais são necessárias para bolos (BROOKER, 1993).

Substitutos de gordura, que possuem função parcial ou total de gorduras, são baseados em carboidratos, tais como celulose, dextrina, maltodextrinas, polidextrose, gomas, fibras e amido modificado, e fornecem uma menor quantidade de calorias que os lipídios, sendo ainda diluídos em água, reduzindo significativamente o valor calórico dos alimentos. São aplicados como agentes espessantes e estabilizadores em uma variedade de alimentos, como sobremesas congeladas, molhos, carnes processadas, alimentos assados, gomas de mascar e doces (*ADA reports*, 2005).

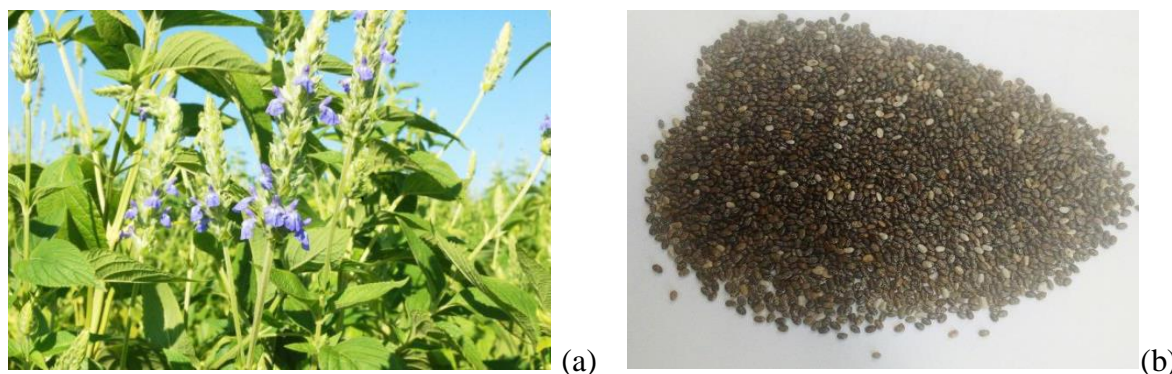
No entanto, o uso de substitutos de gordura a base de carboidratos pode apresentar algumas limitações funcionais e sensoriais. Quanto à limitação funcional, pode ocorrer a

redução da vida útil do produto, devido à alta associação com a água, aumentando consequentemente, a atividade da água. Sensorialmente, uma possível interferência pode ocorrer no sabor. Os substitutos à base de amido e celulose, por exemplo, podem diminuir a intensidade do sabor e contribuir para a formação de sabores próprios. Já as gomas, geralmente não interferem no sabor dos produtos nos quais são adicionadas (LUCCA; TEPPER, 1994).

3.3 Chia

Chia (*Salvia hispanica* L.) é uma planta herbácea, cultivada anualmente, sendo nativa do sul do México e norte da Guatemala (CAPITANI et al., 2012; IXTAINA; NOLASCOA; TOMÁS, 2008;). Juntamente com o milho, feijão e amaranto, a semente de chia era um componente essencial na dieta de muitas civilizações pré-colombianas na América, incluindo as populações maias e astecas. Entretanto, a partir da conquista espanhola a sua utilização foi praticamente extinta na cultura mexicana (AYERZA; COATES, 2005). A Figura 1 apresenta a plantação de chia e as sementes de chia.

Figura 1 - Plantação de chia (a) e semente de chia (b).



Fonte: (a) Tosco (2004).

A chia é cultivada principalmente no México, Bolívia, Equador e Guatemala. Na Argentina, principalmente no norte do país, nas províncias de Salta e Jujuy, esta cultura se transformou em uma atividade econômica muito importante (MARTÍNEZ et al., 2012). As produtividades médias da cultura estão em torno de 500 a 600 kg.ha⁻¹ embora alguns produtores tenham obtido produtividades de até 1200 kg.ha⁻¹ (AYERZA; COATES, 2011). Já no Brasil, essa semente é cultivada nas regiões do oeste Paranaense e noroeste do Rio Grande

do Sul, podendo atingir uma produtividade de até 800 kg.ha⁻¹ em maio e de 200 a 300 kg.ha⁻¹ em agosto (MIGLIAVACCA et al., 2014).

O consumo da chia é considerado limitado e regional, devido à falta de informação sobre as características da semente que a tornem atraente como alimento, o seu alto preço de varejo, sua baixa disponibilidade e os hábitos de consumo (OLIVOS-LUGO; VALDIVIA-LÓPEZ; TECANTE, 2010). No Brasil, as dificuldades são concentradas pelos produtores, devido a falta de conhecimento sobre a colheita das sementes e sua comercialização, que por se tratar de uma cultura pouco explorada no país, o mercado comprador não está estabelecido. Assim, o destino das sementes acaba sendo o fornecimento de mercados e lojas de produtos naturais (MIGLIAVACCA et al., 2014).

3.3.1 Características das sementes de chia

A planta *Salvia hispanica* L., pertencente ao reino *Plantae*, família *Lamiaceae*, gênero *Salvia* e espécie *hispanica* (ALI et al., 2012), é sensível à luz solar, atingindo a maturação essencialmente no outono (CAPITANI et al., 2012). As sementes são pequenas e de forma oval achatada, com comprimento de 1,8 a 2,5 mm, largura de 1,5 a 2,0 mm (CAPITANI et al., 2013; SALGADO-CRUZ et al., 2013) e espessura de 0,84 a 0,92 mm. A coloração varia de café escuro a bege com pequenas manchas escuras pela superfície, embora existam algumas de cor cinza ou branca (MUÑOZ et al., 2012b).

A densidade real das sementes de chia varia de 1,065 a 1,10 g/cm³, diminuindo quando aumenta a umidade relativa do ar. Esta variação ocorre devido à variedade das sementes, localização geográfica e maneiras de plantio (IXTAINA; NOLASCOA; TOMÁS, 2008; MUÑOZ et al., 2012b).

A semente de chia é revestida pelo pericarpo, que abrange a testa, o endosperma e o embrião, o qual é composto principalmente de cotilédones. O pericarpo da semente é constituído por ter cutícula, exocarpo, mesocarpo, células dispostas verticalmente e endocarpo. No exocarpo, camada mais externa do pericarpo, há muitas células que produzem mucilagem quando são hidratadas (CAPITANI et al., 2013).

3.3.2 Composição da semente de chia

As características nutricionais das sementes de chia dependem muito do local de produção e condições climáticas da produção da planta. Ayerza e Coates (2011) comprovaram

que existe diferença entre a composição de sementes de chia cultivadas em diferentes regiões.

O teor de proteínas presente é de 15 a 25% (ALI et al., 2012), semelhante ao percentual presente em lentilhas (23%), ervilha (25%) e grão de bico (21%) (OLIVOS-LUGO; VALDIVIA-LÓPEZ; TECANTE, 2010). As sementes de chia contêm todos os aminoácidos essenciais, em particular leucina, lisina, valina, e isoleucina (SANDOVAL-OLIVEROS; PAREDES-LÓPEZ, 2013), acrescentando, em virtude disto, vantagens na sua utilização como fonte de nutrientes (RUPFLIN, 2011). Segundo Ayerza e Coates (2005), o aminoácido predominante é o ácido glutâmico, seguido por ácido aspártico e arginina.

A chia tem um alto teor de óleo (30-40%) (AYERZA; COATES, 2011; COOREY; TJOE; JAYASENA, 2014), o qual é rico em ácidos graxos poli-insaturados, principalmente ácidos graxos ômega-3 (ácido linolênico, 54-67%) e ômega-6 (ácido linoleico, 12-21%), incidindo em grandes benefícios para saúde humana e animal (INGLETT et al., 2014). Além destes ácidos graxos, em pequenas quantidades, há na semente, em ordem decrescente de quantidade: ácido oléico, ácido palmítico e ácido esteárico (IXTAINA et al., 2011). Vázquez-Ovando et al. (2009) e Segura-Campos et al. (2013) verificaram que a extração prévia de óleo apresenta implicações na avaliação do teor de fibra total.

O alto conteúdo de ômega-3, maior que em qualquer fonte vegetal conhecida, remete o uso da semente de chia como fonte de alimento funcional (AYERZA; COATES, 2011). O óleo de linhaça, por muito tempo dito como a única fonte mais rica em ácidos graxos ômega-3, contém cerca de 59%. Outras fontes como óleo de canola, 12% (TEH; BIRCH, 2013), óleo de soja – 8% (BELLALLOUI; MENGISTU; KASSEM, 2013) e óleo de noz – 15% (MARTÍNEZ et al., 2015), contém menores teores. Enquanto que o ácido graxo ômega-6 é encontrado em óleos vegetais como de soja – 54% (BELLALLOUI; MENGISTU; KASSEM, 2013) e de milho - 10% (MAKI et al., 2015). Pelo fato dos ácidos graxos essenciais não serem sintetizados pelo metabolismo humano, há a necessidade que estes sejam ingeridos através de alimentos.

A semente de chia não possui colesterol, o que faz que esta apresente grandes vantagens comerciais sobre produtos derivados do pescado, como carne, óleo e farinha de pescado, uma vez que estes contêm quantidades significativas (TOSCO, 2004). Uma diferença considerável entre a chia e as outras fontes de ômega-3 está no fato de possuir um baixo teor de sódio nas sementes, o que a torna uma excelente opção de alimento para as pessoas que sofrem de pressão sanguínea alta e necessitam de uma dieta com baixos níveis de sódio (BUSILACCHI et al., 2013).

As fibras também potencializam a utilização da chia na produção de alimentos funcionais. A semente de chia apresenta uma grande quantidade de fibra dietética total, cerca de 18 a 30% da semente (RUPFLIN, 2011; MARINELI et al., 2014). Este teor é superior a fontes de fibras tradicionais, como sementes de linhaça (22,3%), cevada (17,3%), milho (13,4%), trigo (12,6%) e soja (15%), confirmando que a chia é uma excelente fonte de fibra dietética, em comparação as fontes mais conhecidas (DHINGRA et al., 2012). Quando consumida a semente, a mesma auxilia no aumento no volume das fezes, o que provoca movimentos peristálticos do intestino com mais frequência. Isto por sua vez facilita o trânsito do bolo fecal ajudando a reduzir a probabilidade de distúrbios do trato intestinal e prisão de ventre (VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2009).

O surgimento de novas fontes de fibras, devido à inserção das mesmas em alimentos, podendo alterar a consistência, textura, reologia e características sensoriais dos produtos finais, têm oferecido novas oportunidades do seu uso na indústria de alimentos. A fibra dietética tem todas as características necessárias para ser considerada como um ingrediente importante na formulação de alimentos funcionais, devido aos seus efeitos benéficos para a saúde (DHINGRA et al., 2012).

A semente de chia é rica em vitaminas e minerais como riboflavina, niacina, tiamina, cálcio, fósforo, potássio, zinco e cobre, conferindo a chia a utilização em forma de enriquecimento de diversos produtos, tais como alimentos infantis, assados, barras de cereais, iogurte, dentre outros (JUSTO et al., 2007). Além disso, a semente de chia é fonte de antioxidantes, devido à presença de polifenóis, tais como os ácidos clorogênico e cafeico, e em menor quantidade, miricetina, quercetina e campferol (REYES-CAUDILLO; TECANTE; VALDIVIA-LÓPEZ, 2008). A utilização de semente de chia apresenta ainda uma vantagem adicional, pois não contém glúten, por isso é aprovado como adequado o uso dessa oleaginosa em pacientes com doença celíaca (IXTAINA, 2010).

3.4 Mucilagem

Mucilagens são produtos geralmente normais do metabolismo de uma planta, formados dentro da célula (formação intracelular) e/ou são produzidos sem prejuízo para a planta, o que a diferencia das gomas, já que estas são consideradas produtos patológicos formados posteriormente a uma lesão da planta ou devido a condições desfavoráveis, como a seca, por um colapso das paredes celulares (formação extracelular). Estas diferem em termos

de solubilidade, enquanto as gomas se dispersam rapidamente, as mucilagens formam massas viscosas (JANI et al., 2009).

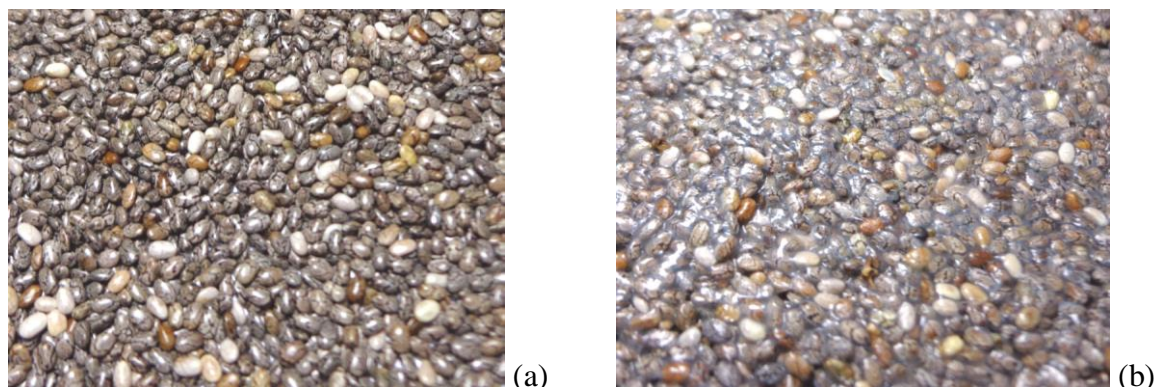
De acordo com Jani et al. (2009), a mucilagem pode ser definida como uma substância translúcida, amorfa e polimérica, formada por unidades de monossacarídeos, os quais podem estar combinados com ácidos urônicos. Polissacarídeos lineares ocupam mais espaço e formam soluções mais viscosas, enquanto que compostos ramificados formam géis mais facilmente e são mais estáveis, pois a interação extensiva ao longo da cadeia não é possível.

Encontrada geralmente em diferentes partes das plantas, como nas células da epiderme das folhas, em cascas de sementes e também em raízes, prevenindo a desidratação excessiva (DHINGRA et al., 2012), a mucilagem é composta pela fração polissacarídica das plantas, além de proteínas e substâncias fenólicas, tendo a capacidade de se tornar viscosa na presença de água devido à presença de moléculas hidrofílicas que se combinam com a água, formando um gel transparente mucilaginoso. Além disso, as mucilagens são polissacarídeos pouco ramificados que não compõem as paredes das células vegetais (CÁRDENAS; ARGUELLES; GOYCOOLEA, 1998; JANI et al., 2009) e protegem a semente de climas quentes e áridos, durante seu plantio (TOSCO, 2004). As células formadoras da mucilagem da chia estão presentes no pericarpo e cerca de 6% das sementes é mucilagem (CAPITANI et al., 2012).

A hidrólise da mucilagem fornece uma mistura de açúcares e ácidos urônicos (JANI et al., 2009), a fibra solúvel é composta principalmente de açúcares neutros, como L-arabinose, D-galactose, L-ramnose e D-xilose, indicando a presença de diferentes carboidratos que constituem a estrutura da mucilagem. Um baixo conteúdo de ácidos urônicos é encontrado, o que sugere que não há pectina associada com a mucilagem e que a quantidade presente é proveniente dos resíduos de ácidos urônicos presentes nas cadeias polissacarídicas da mucilagem (REYES-CAUDILLO; TECANTE; VALDIVIA-LÓPEZ, 2008).

Quando a semente de chia entra em contato com a água, um gel transparente mucilaginoso, composto essencialmente de fibras solúveis é exsudado. Lin e Daniel (1994) propuseram a estrutura da mucilagem de chia como sendo um tetrassacarídeo com resíduos de 4-O-metil- α -D-glicuronopiranosil com ramificações de β -D-xilopiranosil na cadeia principal. A Figura 2 apresenta a semente de chia antes e após a hidratação, com a formação da mucilagem.

Figura 2 - Semente de chia antes da hidratação (a) e após a hidratação (b).



Fonte: Migliavacca et al. (2014).

Munõz et al. (2012a) estudaram a extração e a hidratação de sementes de chia e obtiveram a espessura média da mucilagem transparente que rodeia a semente, de cerca de $414 \pm 35 \mu\text{m}$, a qual se encontra firmemente ligada a semente, conforme pode ser observado na Figura 3. Além disso, os autores determinaram que 2 h de hidratação é suficiente para que toda a mucilagem seja completamente extraída.

Figura 3 - Semente de chia rodeada da mucilagem exsudada.



Quando a mucilagem de chia é reidratada, forma-se uma solução de alta viscosidade. Muitos autores acreditam que tal feito possa ocorrer da mesma forma no interior do estômago, quando são ingeridos alimentos que contenham fibras gomosas ou mucilagens (MUNÕZ et al., 2012b). As enzimas digestivas são separadas dos carboidratos por uma barreira física criada quando o gel de chia é ingerido, fazendo com que a conversão de carboidratos em açúcar seja mais lenta retardando a digestão e mantendo os níveis de açúcar no sangue, o que pode ser útil na prevenção e controle de diabetes (TOSCO, 2004).

O gel de semente de chia apresenta teores menores de óleo, ácido linolênico e ácido linoleico comparado com o da semente de chia, evidenciando que o óleo permanece retido na estrutura celular e não é extraído com o gel. Além disso, esse gel apresenta mais de

60% de fibra bruta em relação ao gel de farinha de chia, logo para fins de propriedades funcionais este gel pode ser utilizado em aplicações alimentares substituindo gomas à base de polissacarídeos (COOREY; TJOE; JAYASENA, 2014).

A mucilagem obtida a partir de sementes de chia pode ser uma nova fonte de polissacarídeos, com o potencial de geração de uma mistura de diferentes polímeros para a produção de filmes e revestimentos com propriedades melhoradas (MUÑOZ et al., 2012a). Vázquez-Ovando et al. (2009) exemplificaram que o gel de chia pode ser utilizado na indústria alimentar como estabilizador de espuma, agente de suspensão, emulsificante e agente de ligação. Além disso, pode atuar como substituto de gordura, pois possui a capacidade de hidratar, desenvolver viscosidade e conservar o frescor, especialmente para produtos de panificação.

A capacidade de retenção de água é definida como a quantidade de água absorvida e mantida pela amostra hidratada após a aplicação de uma força externa (RAGAB; BABIKER; ELTINAY, 2004). O gel de semente de chia apresenta uma maior capacidade de retenção de água e de óleo quando comparado com o gel de farinha de chia, goma guar e gelatina (COOREY; TJOE; JAYASENA, 2014). Ragab, Babiker e Eltinay (2004) justificaram que o alto conteúdo de proteínas e fibras presentes no gel de semente de chia podem se ligar com a água aumentando a sua capacidade de retenção.

A boa capacidade de retenção de água proporcionada pelo gel de semente de chia pode ser empregada na produção de determinados produtos alimentares, como salsichas, a fim de melhorar a sua estrutura e reduzir a perda de água durante o cozimento. Além disso, a alta capacidade de retenção de óleo permite a aplicação do gel como agente emulsificante (OLIVOS-LUGO; VALDIVIA-LÓPEZ; TECANTE, 2010).

3.5 Produtos desenvolvidos com mucilagem de chia

Poucos estudos são encontrados sobre a mucilagem de chia em alimentos, seja como substituinte de algum ingrediente, ou pela sua simples adição a fim de melhorar alguma característica do produto.

Borneo, Aguirre e León (2010) estudaram o efeito no conteúdo nutricional, nas propriedades funcionais básicas e nas características sensoriais de bolos formulados com a substituição de ovos ou óleo por gel de chia. O termo “gel” utilizado pelos autores não se referiu a mucilagem de chia, uma vez que a hidratação com água não foi suficiente para a sua formação total. Estes autores verificaram que o gel de chia pode substituir em até 25% o óleo

ou ovos em formulações para bolos sem afetar as características funcionais e sensoriais, e aumentando nutricionalmente o teor de ácido linolênico e de fibras. Felisberto et al. (2015) estudaram os efeitos tecnológicos da adição de mucilagem de chia liofilizada pela redução da gordura em bolos, concluindo que a mucilagem de chia pode substituir em até 25% da gordura adicionada e se apresenta como um novo ingrediente para a substituição da gordura em alimentos. Além disso, os autores sugeriram que novos processos para a obtenção da mucilagem de chia pode ser desenvolvido, uma vez que esta pode ser extraída de subproduto do processo de extração de óleo ou de compostos bioativos a partir de sementes de chia.

Utpott (2012) desenvolveu maionese adicionada de mucilagem de chia, combinando ou não com outros aditivos emulsificantes. A autora substituiu frações de gema de ovo e óleo e manteve as características funcionais dos produtos, melhorando os aspectos sensoriais e tecnológicos.

Ferreira, Santos e Silva (2013) estudaram a adição de mucilagem e farinha de chia a requeijão. O requeijão adicionado de mucilagem de chia não apresentou alterações sensoriais, além disso, houve o enriquecimento nutricional através da adição da mucilagem, podendo ser melhoradas as formas de se utilização desta semente na alimentação.

Spada et al. (2014) elaboraram sobremesas à base de soja, utilizando mucilagem da chia na formulação em substituição ao agente espessante. A adição da mucilagem de chia não proporcionou grandes modificações nos valores de pH, °Brix, coordenada cromática a* e nos atributos sensoriais, entretanto, quanto ao comportamento reológico, a substituição apresentou efeito significativo ao produto, tornando-o menos viscoso, porém menos pseudoplástico.

Dick et al. (2015) desenvolveram filmes comestíveis biodegradáveis utilizando mucilagem de chia como a matéria-prima principal. A adição de glicerol, como agente plastificante, foi fundamental para garantir filmes homogêneos e flexíveis. Os filmes com mucilagem de chia exibiram uma alta solubilidade em água, boa resistência térmica, transparência e propriedades de barreira da luz ultravioleta, o que mostra que filmes com mucilagem de chia apresentam grande potencial como filme ou revestimento comestível, com benefícios de saúde devido à presença de fibras dietéticas.

Campos et al. (2016) avaliaram o potencial do uso da mucilagem de chia na substituição total de emulsionantes e estabilizadores em sorvete. Os resultados obtidos pelos autores indicaram que a mucilagem de chia pode substituir emulsionantes e estabilizantes na formulação de sorvete mantendo a qualidade do produto, entretanto, devido à análise sensorial mostrar diferenças significativas entre as amostras de sorvete formulado com mucilagem e o

sorvete controle em termos de cor e atributos globais, provavelmente por causa da cor escura da mucilagem, os autores sugeriram que adição de algum corante alimentar na formulação pode ser uma ótima opção para melhorar a aceitabilidade.

3.6 Pão

Pão é o produto obtido pela cocção, em condições adequadas, de uma massa fermentada ou não, preparada com farinha de trigo ou outras farinhas que contenham naturalmente proteínas formadoras de glúten ou adicionadas das mesmas, fermento biológico, água e cloreto de sódio, podendo conter outros ingredientes aprovados, que se caracterizam por apresentar casca crocante de cor uniforme castanho-dourada e miolo de cor branco-creme de textura e granulação fina não uniforme (BRASIL, 2000).

O pão é considerado um dos alimentos mais antigo e mais consumido pela humanidade, podendo ser consumido na forma de lanches ou junto com refeições (CAUVAIN; YOUNG, 2009). De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP, 2014), o consumo *per capita* de pão pela população brasileira em 2012 foi de 34,1 kg.habitante⁻¹.ano⁻¹, valor este inferior ao recomendado por órgãos mundiais de alimentação como a WHO (*World Health Organization*), cuja recomendação é de 60,0 kg.habitante⁻¹.ano⁻¹ e a FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*), que remete o consumo de 50,0 kg.habitante⁻¹.ano⁻¹. Em relação a outros países, o consumo no Brasil também é baixo, na Argentina são consumidos 82,5 kg.habitante⁻¹.ano⁻¹ e no Chile, 98,0 kg.habitante⁻¹.ano⁻¹.

Um componente essencial do pão é a farinha de trigo, que juntamente com a água, promove a formação de glúten, o qual aprisiona o gás oriundo da fermentação, conferindo uma estrutura viscoelástica ao pão. Ingredientes opcionais podem ser adicionados como gorduras, açúcares, ovos, leite e aditivos, a fim de melhorar os aspectos de maciez, sabor, valor nutricional e textura dos pães (CAUVAIN; YOUNG, 2009).

A gordura é uma das substâncias que, com maior frequência se emprega em produtos forneados de panificação, modificando as características sensoriais do pão, proporcionando uma mordida mais curta e suave, e, simultaneamente um aumento na durabilidade da maciez. O nível de gordura utilizado varia muito, de zero a 1% do peso da farinha para pães de forma, crescendo para níveis de até 10% do peso da farinha, ou ainda maiores, em produtos matinais substanciosos (CAUVAIN; YOUNG, 2009).

Os ingredientes utilizados como substitutos de gordura na elaboração de produtos panificados devem desempenhar o mesmo papel que a gordura, ou seja, favorecer a aeração, lubrificação da massa durante a fase da mistura, melhorar a textura do produto final e aumentar o volume do pão (McGLINCHEY, 1996).

Ferreira (2013) substituiu parcialmente farinha de trigo por farinha de semente de chia em diferentes proporções (0%, 3%, 6% e 9%) no desenvolvimento de pães. Os pães obtidos foram mais saudáveis e sensorialmente aceitos, onde o que continha 6% de farinha de semente de chia apresentou maior aceitabilidade, entretanto este não diferiu significativamente dos pães formulados com 9% de farinha de chia, logo visando uma melhor qualidade nutricional, o autor sugeriu a comercialização de pães com 9% de farinha de chia.

Constantini et al. (2014) estudaram diferentes tipos de pão formulados com farinha de chia, farinha de trigo sarraceno e farinha de trigo sarraceno tartary. Os autores verificaram que o pão formulado com farinha de chia e de trigo sarraceno tartary foi mais aceitável em muitos aspectos nutricionais com propriedades funcionais melhoradas sem prejudicar os parâmetros tecnológicos investigados em relação ao controle correspondente, além de que continha uma maior quantidade de proteína, fibras dietéticas insolúveis, cinzas e o ácido α -linolénico. Adicionalmente, tanto a farinha de chia, quanto a farinha de trigo sarraceno tartary não contêm glúten e podem ser consumidas por indivíduos portadores da doença celíaca.

Coelho e Salas-Mellado (2015) estudaram o efeito da substituição da farinha de trigo por semente e farinha de chia sobre a qualidade do pão. Os autores obtiveram prejuízos dos parâmetros tecnológicos ao reduzir os níveis de gordura vegetal hidrogenada, com redução do volume específico, provavelmente pela presença da chia.

Steffolani et al. (2015) estudaram o efeito da adição de diferentes formas de chia, sem ou com a pré-hidratação, sobre as propriedades reológicas da massa de pão, qualidade tecnológica e sensorial dos pães. Os autores obtiveram como tendência geral, que a incorporação de chia reduz o volume específico dos pães, embora fossem obtidos maiores valores após a adição de farinha chia do que a adição de sementes.

3.7 Bolo

Bolo, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, é o produto assado, preparado à base de farinhas ou amidos, açúcar, fermento químico ou biológico, podendo

conter leite, ovos, manteiga, gordura e outras substâncias alimentícias que caracterizam o produto (BRASIL, 1978).

Bolos são exemplos de produtos microestruturados, onde a aceitação do consumidor é baseada na doçura do sabor e em uma estrutura leve e macia, a qual é dada pela distribuição de vazios através do material. Ar é incorporado na massa líquida por meio de mistura vigorosa de modo a controlar a distribuição do tamanho das bolhas na massa, pois este é um fator chave do processamento. A estrutura do bolo é gerada pelo assamento da massa, que por efeito do calor define a espuma úmida uma elevada porosidade a esponja sólida (CHESTERTON et al., 2013).

A massa do bolo é gerada comercialmente pela aeração de uma base de água mistura, tipicamente contendo farinha de trigo, açúcar, ovo, gordura, agentes de fermentação, sal, água e leite em pó (MIZUKOSHI; KAWADA; MATSUI, 1979). O alto teor de açúcar afeta o comportamento de água como um solvente e plastificante e a gordura pode ser adicionada antes ou depois do arejamento (CHESTERTON et al., 2013).

Pizarro et al. (2013) mostraram que a inclusão de farinha de chia em 15% da farinha total em um bolo gerou um aumento significativo nos teores de proteína, lipídios e cinzas, em relação ao bolo controle sem farinha de chia. No entanto, a cor e o sabor do bolo, que incluiu farinha chia, foram significativamente menores.

3.8 Maionese

A maionese é o produto cremoso em forma de emulsão estável, óleo em água, preparado a partir de óleo(s) vegetal(is), água e ovos podendo ser adicionado de outros ingredientes desde que não descaracterizem o produto, e este deve ser acidificado (BRASIL, 2005). É um dos condimentos mais consumidos em todo o mundo em lanches, saladas, *fast foods*, dentre outros.

Tradicionalmente, a maionese é uma emulsão preparada pela mistura cuidadosa de gema de ovo, vinagre, óleo e especiarias, especialmente mostarda (DEPREE; SAVAGE, 2001), dos quais a gema de ovo é o ingrediente mais crítico para a estabilidade da maionese por ter um comportamento anfótero (NARSIMHAN; WANG, 2008). Além disso, pode-se incluir sal, açúcar ou adoçantes, e outros ingredientes opcionais (LIU; XU; GUO, 2007). O óleo é adicionado lentamente à fase aquosa por meio de agitação vigorosa até a formação de uma emulsão de forma compacta de gotículas de óleo. A maionese produzida desta maneira, tipicamente, contém 70-80% de gordura (DEPREE; SAVAGE, 2001).

A emulsão da maionese pode ser caracterizada como semi-sólida e viscoelástica, e o seu comportamento reológico é considerado muito importante para as propriedades sensoriais, as quais contribuem para a sua textura, avaliação e o controle de qualidade do produto (MARUYAMA et al., 2007). Quanto à contaminação microbiológica, produtos alimentares tipo maionese são relativamente estáveis, por causa de seus baixos valores de pH e do elevado teor de gordura (MIHOV et al., 2012).

Maionese com baixo teor de gordura é normalmente associada a deficiências na textura, sabor, aparência, estabilidade e sensação na boca. Para produzir maionese com baixo teor de gordura, a gordura da formulação base, deve ser substituída por substituintes de gorduras com diferentes funcionalidades, a fim de se obter um produto com o mesmo atributo de qualidade como o produto total de gordura inicial (AMIM et al., 2014).

Não existem muitos dados na literatura sobre a aplicação de hidrocoloides para substituir ingredientes na maionese. Alguns autores estudaram a substituição da gema de ovo devido ao teor de colesterol presente, outros estudaram a substituição da fração lipídica a fim de reduzir o valor energético. Ma e Barbosa-Cánovas (1995) verificaram que as propriedades viscoelásticas de maionese com gordura reduzida foram melhoradas pela adição de goma xantana. Worrasinchai et al. (2006) utilizaram um preparado de β -glucana a partir de levedura de cerveja, como um substituto de gordura na maionese, resultando em um maior estabilização da emulsão e menor teor calórico. Liu, Xu e Guo (2007) estudaram três formulações utilizando variações de gel de pectina em substituição de 50% de óleo de soja. Os autores obtiveram maioneses com teor calórico inferior ao seu homólogo, mas com características semelhantes e melhor aceitabilidade.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

A matéria-prima, a semente de chia, foi gentilmente cedida pela empresa Dubai – Indústria e Comércio de Produtos Alimentícios Ltda, localizada em Catuípe/RS. A gema de ovo desidratada e o ovo integral desidratado foram cedidos gentilmente pela empresa NaturOvos, localizada em Salvador do Sul/RS. Os demais ingredientes, como farinha de trigo, gordura vegetal hidrogenada, chocolate em pó (50% cacau), margarina, óleo de soja, vinagre, leite, sal, açúcar e fermento biológico seco e em pó químico foram adquiridos no comércio local. Além disso, foi utilizado ácido ascórbico P.A. (Synth). Os reagentes utilizados nas determinações químicas foram todos de grau analítico.

Este estudo foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Alimentos, da Escola de Química de Alimentos, da Universidade Federal do Rio Grande.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Extração da mucilagem

A mucilagem de chia foi obtida segundo a metodologia de Dick et al. (2015) e Muñoz et al. (2012b) com modificações, onde primeiramente foi estudada a relação semente:água e o tipo de secagem que proporcionasse um maior rendimento de mucilagem.

As sementes de chia e água foram colocadas, na proporção de 1:20, 1:30 e 1:40 (semente:água), em erlenmeyer de 500 mL, com agitação de 125 rpm em shaker (Incubadora Shaker Refrigerada CT-712RNT – Cientec) durante 2 h a temperatura ambiente. Depois disso, a mucilagem formada foi separada da semente por filtração com auxílio de bomba de vácuo e uma peneira simples. O filtrado foi centrifugado (Centrífuga refrigerada Supra 22K – Hanil) a 11600 xg por 20 min. O sobrenadante (mucilagem) foi seco de duas formas: congelado em ultrafreezer a -60°C e após liofilizado (L108 - Liobrás); e exposto à temperatura de 50°C (Estufa Q314 – Quimis) por 10 h.

O rendimento de extração da mucilagem foi calculado conforme a Equação 1.

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{Massa de mucilagem seca}}{\text{Massa de semente}} \times 100 \quad (1)$$

4.2.2 Composição proximal da semente de chia e da mucilagem de chia

As sementes de chia e a mucilagem de chia foram caracterizadas quanto ao teor de umidade (método nº 935.29), cinzas (método nº 932.03), proteínas (método micro-Kjedahl, nº 920.87), fibra bruta (método nº 962.09), fibra dietética total (método nº 985.29) e lipídios (método Soxhlet, nº 920.85) (AOAC, 2000). O conteúdo de carboidratos foi determinado por diferença.

4.2.3 Valor calórico

O valor calórico das sementes de chia, pães, bolos e maioneses foram determinados segundo Watt e Merrill (1963), utilizando os coeficientes calóricos de proteínas, carboidratos e lipídios, conforme a Equação 2.

$$\text{Valor calórico (kcal/100g)} = (\text{g de proteína} \times 4) + (\text{g de lipídios} \times 9) + (\text{g de carboidratos} \times 4) \quad (2)$$

4.2.4 Avaliação das propriedades funcionais da mucilagem de chia

4.2.4.1 Capacidade emulsificante

A capacidade emulsificante (CE) da mucilagem de chia foi determinada pelo método descrito por Coorey, Tjoe e Jayasena (2014). A 100 mL de uma solução de 1% de mucilagem de chia foi adicionado 100 mL de óleo de soja. A solução foi homogeneizada em ultraturrax (T 25 digital - IKA) por 10 min a 24000 rpm. Após, foi centrifugada (Centrifuga refrigerada Supra 22K – Hanil) a 1520 xg por 30 min. O volume de óleo separado em cada amostra foi medido em proveta. A diferença entre o volume de óleo remanescente e o volume de óleo adicionado foi expressa como a volume de óleo emulsificado por volume total da suspensão, de acordo com a Equação 3, onde “Oe” corresponde ao volume de óleo emulsificado (mL) e “v” o volume total da suspensão (mL).

$$\text{CE (\%)} = \frac{\text{Oe}}{\text{v}} \quad (3)$$

4.2.4.2 Capacidade de retenção de água e de óleo

A determinação da capacidade de retenção de água (CRA) e de óleo (CRO) foi realizada pelo método de Segura-Campos et al. (2014). Em tubos de centrifuga, 0,1 g de amostra foi agitada com 20 mL de água destilada ou óleo de soja durante 1 min. Após, foi centrifugado (Centrifuga modelo MPW 350 – Biosystems), a 2200 xg por 30 min, e o sobrenadante (o que não foi retido) foi medido. A capacidade de retenção de água e óleo foram calculados pela quantidade de água ou óleo retido pela amostra, expressa em gramas de água ou óleo retido por grama de amostra, segundo a Equação 4, onde “R” corresponde a quantidade de água ou óleo retido (g) e “m” a massa de amostra (g). A densidade da água foi de 1,00 g/mL e do óleo de soja foi de 0,92 g/mL.

$$\text{CRA ou CRO(g/g)} = \frac{R}{m} \quad (4)$$

4.2.5 Cor da mucilagem de chia

A cor da mucilagem de chia foi realizada através de colorímetro Minolta®, modelo CR400, através dos parâmetros de cor L^* , a^* e b^* . Neste sistema de cor, os valores de L^* representam a luminosidade e os valores de a^* e b^* , as coordenadas de cromaticidade, em que um $+a$ representa a coordenada vermelha, $-a$ a coordenada verde, $+b$ a coordenada amarela e $-b$ a coordenada azul. O ângulo de tonalidade ou hab (ângulo Hue) também foi calculado, conforme a Equação 5.

$$h = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*} \quad (5)$$

4.2.6 Preparo do pão

As formulações dos pães estão apresentadas na Tabela 1, de acordo com El-Dash (1978) com modificações, onde o fermento biológico fresco foi substituído por fermento biológico seco. A gordura vegetal foi substituída por mucilagem de chia (CM) a diferentes níveis de substituição: 25, 50, 75 e 100 g/100 g. Antes de preparação dos pães, a CM foi

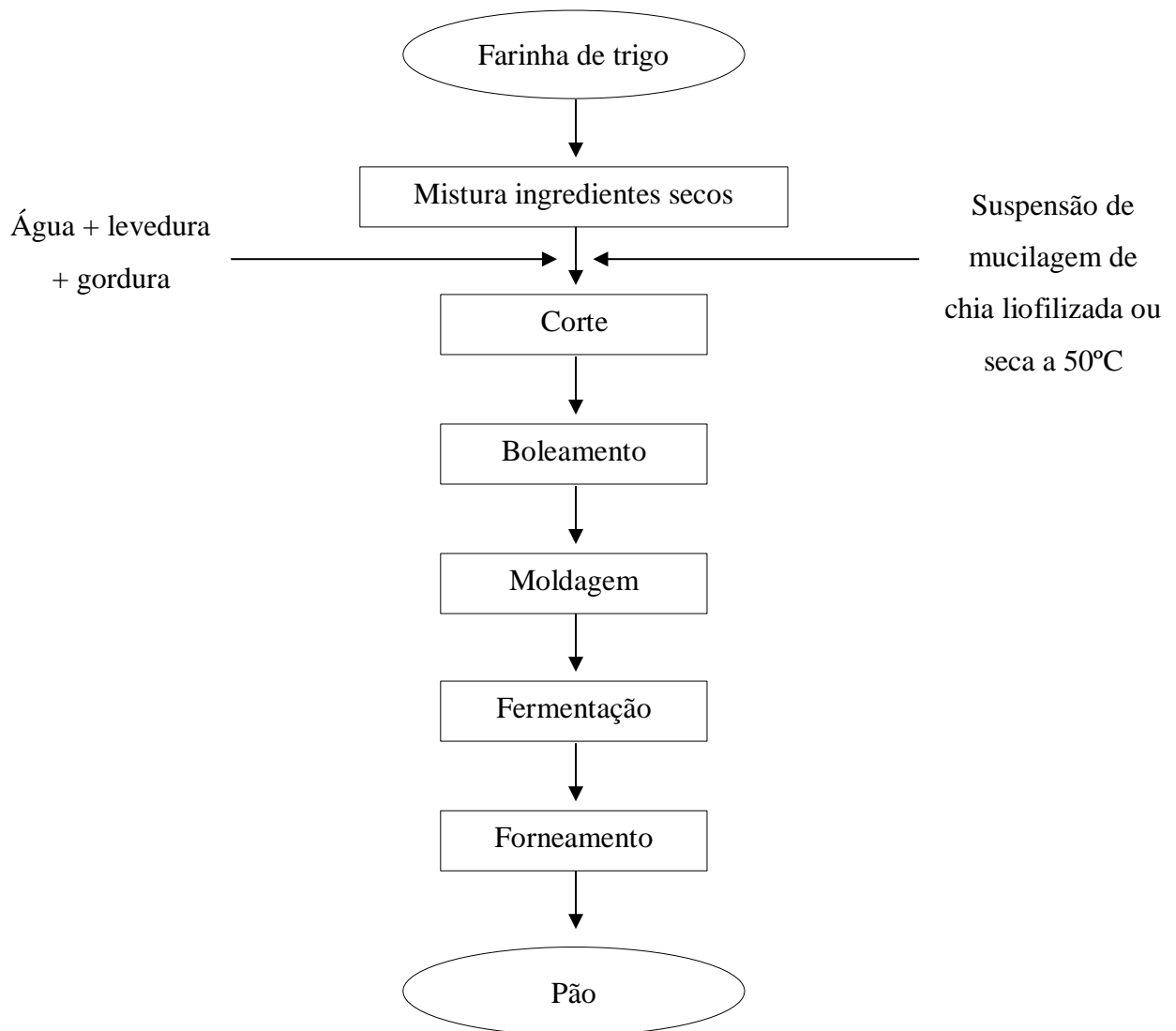
preparada por hidratação com água destilada (6 g/100 g de solução aquosa), misturando e deixando em repouso durante 30 min antes do uso.

Tabela 1 – Formulação (g) do pão controle e dos pães adicionados de mucilagem de chia.

Pães com substituição da gordura vegetal hidrogenada por mucilagem de chia					
	Controle	BCM-25	BCM-50	BCM-75	BCM-100
Farinha de trigo	100	100	100	100	100
Água	57-60	57-60	57-60	57-60	57-60
Açúcar	5	5	5	5	5
Gordura	3	2,25	1,5	0,75	-
Sal	2	2	2	2	2
Fermento biológico seco	2	2	2	2	2
Ácido ascórbico	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
Suspensão de mucilagem de chia liofilizada/seca a 50°C	-	0,75	1,5	2,25	3,0

BCM-25, BCM-50, BCM-75 e BCM-100: formulações com 25, 50, 75 e 100% de substituição da gordura vegetal por mucilagem de chia, respectivamente.

A Figura 4 apresenta o fluxograma de elaboração dos pães. O método de elaboração dos pães com diferentes formulações foi sempre o mesmo. De acordo com o método de massa direta, inicialmente foram misturados os ingredientes secos (farinha de trigo, sal, açúcar e ácido ascórbico) em uma batedeira planetária (KitchenAid) com velocidade reduzida por 3 min. Posteriormente, foi acrescentada a água, gordura e/ou CM, e o fermento biológico, misturando-se por 6 min até a obtenção de uma massa consistente. A massa foi deixada em repouso por 10 min e foi cortada em pedaços de 165 g, seguido de boleamento e moldados com auxílio de rolo de madeira até a formação de bisnagas. As bisnagas foram fermentadas em estufa (Q317M – Quimis) a 30°C por 90 min e forneadas em forno elétrico (Modelo Diplomata – Fisher) a 220°C por 20 min. Após 1 h de forneamento os pães foram fatiados com faca elétrica (faca elétrica, Moulinex) e conduzidos às análises.

Figura 4 - Fluxograma de elaboração do pão pelo método da massa direta.

4.2.7 Preparo do bolo de chocolate

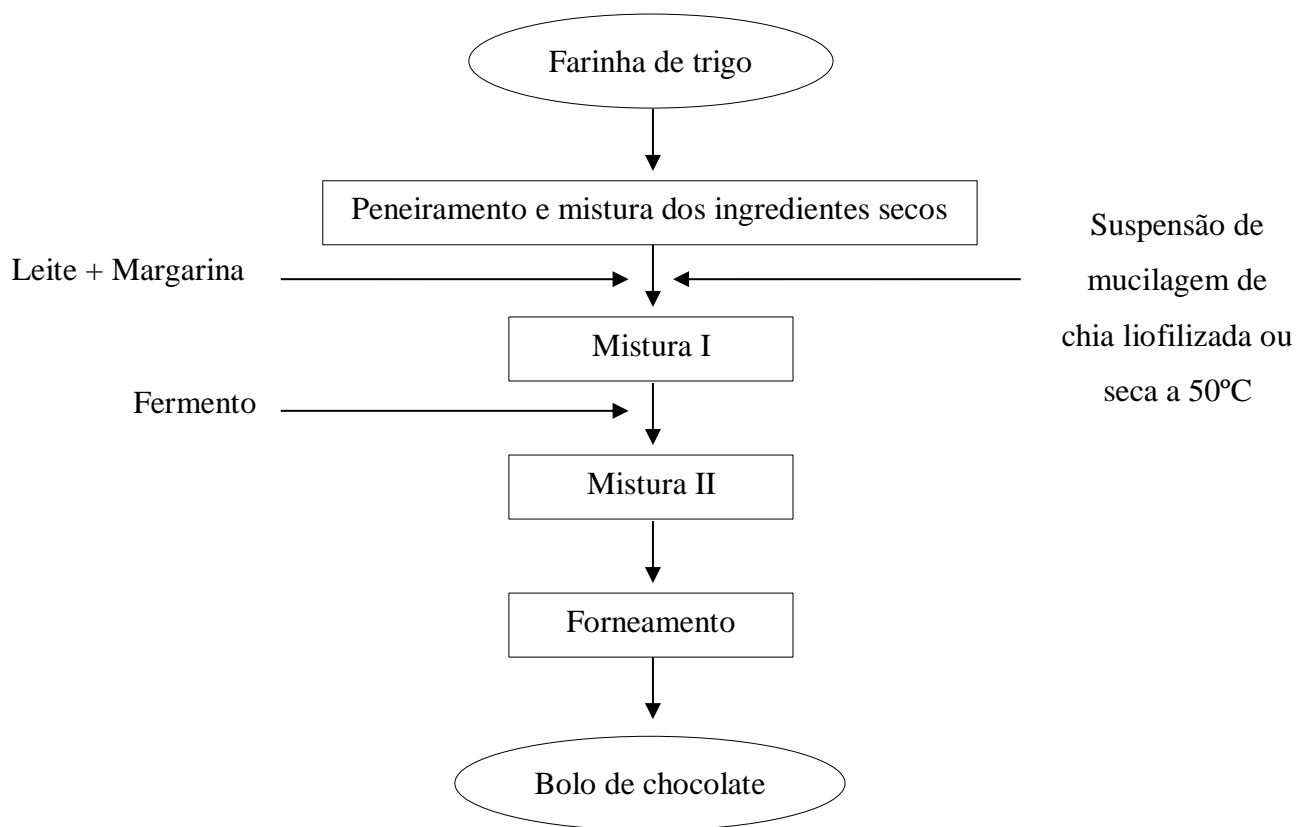
O bolo de chocolate controle foi elaborado pelo método nº 10-90 da AACC (1995) com modificações, que faz uso de farinha de trigo, açúcar, ovo, margarina, leite e fermento em pó químico. A partir da formulação controle, foram elaboradas as formulações de bolo adicionado de mucilagem de chia, com substituição de 25, 50, 75 e 100 g/100 g da margarina adicionada por mucilagem de chia liofilizada ou seca a 50°C. Antes de preparação dos bolos, a CM foi preparada por hidratação com água destilada (3 g/100 g de solução aquosa), de acordo com Felisberto et al. (2015), misturando e deixando em repouso durante 30 min antes do uso. A Tabela 2 apresenta as formulações dos bolos de chocolate.

Tabela 2 - Formulação do bolo de chocolate (g) controle e dos adicionados de mucilagem de chia.

Bolos com substituição da margarina por mucilagem de chia					
	Controle	CCM-25	CCM-50	CCM-75	CCM-100
Farinha de trigo	50	50	50	50	50
Leite	46,7	46,7	46,7	46,7	46,7
Açúcar	38,4	38,4	38,4	38,4	38,4
Ovo integral desidratado	20	20	20	20	20
Margarina	10	7,5	5,0	2,5	-
Chocolate em pó	10	10	10	10	10
Fermento em pó químico	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Suspensão de mucilagem de chia liofilizada/seca a 50°C	-	2,5	5,0	7,5	10,0

CCM-25, CCM-50, CCM-75 e CCM-100: formulações com 25, 50, 75 e 100% de substituição da margarina por mucilagem de chia, respectivamente.

A Figura 5 apresenta o fluxograma de elaboração dos bolos de chocolate. O método de elaboração dos bolos com diferentes formulações foi sempre o mesmo. Nesse método, todos os ingredientes (sendo a farinha, chocolate em pó e o açúcar peneirados), exceto o fermento em pó químico, foram dispostos no recipiente da batedeira (KitchenAid) e misturados em três estágios: o primeiro estágio em velocidade mínima (1) por 30 s, destinado a promover a mistura inicial dos ingredientes; o segundo estágio em velocidade baixa (2) por 30 s, para homogeneizar a massa; e o terceiro estágio, em velocidade média (3) por 2 min, para incorporação de ar. Após foi feita a adição do fermento químico, misturando-o manualmente com movimentos de forma a “cobri-lo” com a massa, seguida de uma homogeneização final por 30 s em velocidade mínima (1). A massa assim produzida foi distribuída em fôrmas de alumínio, untadas com margarina. O forneamento foi realizado em forno elétrico (Modelo Diplomata – Fisher), pré-aquecido, por um período de 35 min a 220°C. Após o forneamento os bolos foram resfriados e fatiados com faca elétrica (faca elétrica, Moulinex) e conduzidos às análises.

Figura 5 - Fluxograma de elaboração do bolo de chocolate.

4.2.8 Análises pão e bolo de chocolate

4.2.8.1 Composição proximal e valor calórico

Os pães e os bolos de chocolate foram caracterizados conforme os itens 4.2.2. e 4.2.3.

4.2.8.2 Volume específico

O volume específico (VE) dos pães e bolos de chocolate foram obtidos pela razão entre o volume aparente (mL), realizado pelo deslocamento de sementes de painço segundo Pizzinatto et al. (1993) e a massa (g) após o forneamento.

4.2.8.3 Perda de cocção

As perdas na cocção (PC) dos pães foram calculadas conforme Equação 6.

$$PC = \frac{m_{massa} - m_{p\tilde{a}o}}{m_{massa}} \times 100 \quad (6)$$

4.2.8.4 Dureza

A dureza do miolo dos pães e dos bolos de chocolate foi medida através de texturômetro TA-XT2 (Stable Micro Systems, UK), de acordo com a metodologia da AACC 2000 (74-09.01), a qual consistiu em comprimir fatias de 25 mm de espessura no centro da plataforma do Analisador de Textura, com probe cilíndrico de 36 mm de diâmetro nas seguintes condições de trabalho: velocidade de pré-teste: 1,0 mm/s; velocidade de teste: 1,7 mm/s; velocidade de pós-teste: 10,0 mm/s; compressão: 40%; *trigger force*: 5 g. A dureza foi expressa como Newton (N).

4.2.8.5 Cor

A cor da crosta e do miolo dos pães e dos bolos de chocolate foi determinada conforme o item 4.2.5.

4.2.8.6 Avaliação tecnológica

A avaliação tecnológica do pão controle e dos pães adicionados de mucilagem de chia foi determinada a partir do volume específico (VE) e das pontuações totais atribuídas segundo planilha de El-Dash (1978) (Anexo 1), com valor máximo de 100 pontos distribuídos nos parâmetros VE (VE x 3,33), cor da crosta, quebra, simetria, características da crosta, cor do miolo, estrutura da célula do miolo e textura do miolo, aroma e sabor.

Uma fatia central de cada bolo foi submetida a uma avaliação tecnológica, envolvendo os aspectos mais relevantes da qualidade do miolo: estrutura (uniformidade, tamanho dos alvéolos e espessura das paredes), grão (rugosidade superficial do miolo), textura (umidade, maciez e coesividade), cor e flavor (odor/sabor), segundo o método 10-90 da AACC (2000) (Anexo 2).

4.2.8.7 Simetria

A simetria dos bolos foi avaliada utilizando o método 10-91 da AACC (2000). Este método de avaliação de simetria foi baseado na medição da altura do bolo em três pontos específicos. O valor de simetria foi calculado como o dobro da altura da zona central, menos as alturas das zonas laterais.

4.2.8.8 Determinação da atividade de água

As amostras de pão e bolo de chocolate com diferentes concentrações de mucilagem de chia foram avaliadas quanto à atividade de água através do equipamento LabTouch Novasina, conforme manual do equipamento.

4.2.9 Preparo da maionese

A maionese controle e as maioneses com substituição do óleo e da gema de ovo foram elaboradas de acordo com Kishk e Elsheshetawy (2013), com modificações. As formulações das maioneses estão apresentadas na Tabela 3.

As substituições da quantidade de óleo foram de 15%, 25%, 35% e 45%, e substituições da quantidade de gema de ovo foram de 15%, 25% e 35%, ambas substituições por mucilagem de chia liofilizada. Testes preliminares verificaram que a mucilagem de chia seca a 50°C não mantinham os parâmetros semelhantes ao da maionese controle, logo para as substituições foram testadas apenas a mucilagem liofilizada.

Primeiramente, foram misturados a gema de ovo desidratada, parte da água e o vinagre, sendo o restante da água utilizada para hidratar a mucilagem de chia liofilizada. Posteriormente, foram adicionados o sal e o açúcar. Em batedeira planetária (KitchenAid), lentamente foi adicionado, através de bureta, o óleo de soja. Nas formulações com substituição do óleo ou gema de ovo, a mucilagem hidratada foi adicionada após todo o óleo ter sido adicionado. As amostras foram armazenadas em potes de polietileno com tampa de rosca, identificados, datados e estocados sob refrigeração até a realização das análises.

Tabela 3 - Formulação da maionese (g) controle e das maioneses com substituição do óleo e da gema de ovo pela adição de mucilagem de chia liofilizada.

	Controle	Substituição do óleo de soja				Substituição da gema de ovo		
		15%	25%	35%	45%	15%	25%	35%
Óleo de soja	140	119	105	91	77	140	140	140
Gema de ovo desidratada	16	16	16	16	16	13,6	12,0	10,4
Vinagre (ácido acético 4,5%)	9	9	9	9	9	9	9	9
Açúcar	4	4	4	4	4	4	4	4
Sal	3	3	3	3	3	3	3	3
Água	18	38,2	51,7	65,2	78,6	20,2	21,7	23,2
Mucilagem de chia liofilizada	-	0,8	1,3	1,8	2,4	0,2	0,3	0,4

4.2.10 Avaliação das maioneses

4.2.10.1 Composição proximal

As maioneses foram caracterizadas quanto à umidade (método 472/IV) e lipídios (método 474/IV) de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2008), e proteínas e cinzas conforme o item 4.2.2.

4.2.10.2 Cor

A cor das maioneses foi determinada conforme o item 4.2.5.

4.2.10.3 Estabilidade da emulsão

A estabilidade das maioneses desenvolvidas foi avaliada de acordo com a metodologia desenvolvida por Mun et al. (2009). Quinze gramas de cada amostra foram transferidas para tubos de ensaio, sendo em seguida fechados hermeticamente e armazenados

em estufa (Modelo Q314 – Quimis) a 50°C durante 48 h. Após, as emulsões foram centrifugadas (Centrifuga modelo MPW 350 – Biosystems), a 963 xg por 10 min, para remover a camada de óleo no topo. A massa da fração precipitada foi medida e a estabilidade foi determinada pela Equação 7.

$$\text{Estabilidade (\%)} = \frac{F_1}{F_0} \times 100 \quad (7)$$

Onde F_0 representa a massa de amostra e F_1 representa a massa precipitada.

4.2.10.4 Textura

Para avaliar firmeza, consistência, coesividade e índice de viscosidade das amostras de maionese, foi utilizado um texturômetro TA-XT2 (Stable Micro Systems, UK), *software back extrusion*. As amostras foram cuidadosamente vertidas para béqueres de 150 mL, até a marca de 125 mL. Foi feita a compressão com um disco de 35 mm de diâmetro e o ciclo aplicado consistiu de velocidade constante de 1 mm/s, até profundidade na amostra de 40 mm. A partir da curva força-tempo resultante, foram obtidos os valores dos atributos textura (firmeza, consistência, coesividade e índice de viscosidade).

4.2.10.5 Determinação da atividade de água

A atividade de água das maioneses foi determinada conforme o item 4.2.8.8.

4.2.10.6 Microscopia óptica

A microestrutura das maioneses foi observada usando um microscópio (Modelo Axio Scope.A1 - Zeiss, Alemanha). De cada amostra, uma gota de maionese foi colocada numa lâmina de microscópio e coberta com uma lamina, e foi observada com uma ampliação de x100 (MUN et al., 2009).

4.2.10.7 Comparação com maionese comercial

As maioneses desenvolvidas foram comparadas, através das características citadas acima, com maionese comercial, da marca que apresenta o maior consumo no país, na tentativa de melhorar a qualidade nutricional das maioneses e manter as características que são mais desejadas pelo consumidor.

4.2.11 Análise sensorial

A análise sensorial dos produtos elaborados foi aprovada pelo comitê de ética da Universidade Federal do Rio Grande (Anexo 3), realizada com no mínimo 50 julgadores não-treinados, de ambos sexos, escolhidos aleatoriamente entre alunos e professores da instituição, no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal do Rio Grande – *campus* Carreiros, onde foram aplicados os testes de aceitabilidade e intenção de compra nas amostras de maionese, pão e bolo de chocolate com adição de mucilagem de chia. Um termo de consentimento livre e esclarecido - TCLE (Anexo 4) foi fornecido a cada julgador para o seu consentimento em participar da pesquisa mediante assinatura do julgador, pesquisador e orientador.

As amostras de pães e bolos foram fatiadas com espessura de cerca de 1 cm e as maioneses foram servidas em copos plásticos, com quantidades padronizadas (5 g) juntamente com bolacha do tipo água e sal. Todas as amostras foram codificadas com 3 dígitos, obtidos de uma tabela de números aleatórios e água mineral foi oferecida para limpeza do palato entre a avaliação das amostras.

Os testes de intenção de compra foram realizados em uma escala de 5 pontos (1 – certamente não compraria à 5 – certamente compraria) e o teste de aceitabilidade utilizou uma escala hedônica de nove pontos, tendo em um extremo a qualificação “desgostei muitíssimo”, no centro “indiferente” e na outra extremidade “gostei muitíssimo” avaliando os atributos de aparência, cor, aroma, textura, sabor e qualidade global. As fichas de avaliação estão apresentadas nos Apêndices 1, 2 e 3. O índice de aceitabilidade (IA) foi calculado conforme a Equação 8.

$$IA (\%) = \frac{\text{Nota}}{9} \times 100 \quad (8)$$

4.2.12 Tratamento de dados

Os resultados foram tratados por análise de variância (ANOVA) e teste de t-*Student* e Tukey, usando o software Statistica 5.0 (Statsoft, EUA). A análise estatística foi realizada considerando um nível de 95% de confiança ($p < 0,05$). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 COMPOSIÇÃO PROXIMAL DA SEMENTE DE CHIA

Os resultados da caracterização da composição proximal e valor calórico da semente de chia estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 - Composição proximal e valor calórico da semente de chia.

Parâmetro	b.u. (g.100g⁻¹)	b.s. (g.100g⁻¹)
Umidade	5,74 ± 0,17	-
Cinzas	4,65 ± 0,04	4,93 ± 0,03
Lipídios	33,63 ± 0,58	35,68 ± 0,61
Proteínas	18,43 ± 0,31	19,55 ± 0,25
Fibra bruta	16,20 ± 0,04	17,18 ± 0,04
Carboidratos	21,35	22,66
Valor calórico (kcal.100g⁻¹)	549,55	558,68

b.u.: base úmida; b.s.: base seca. Carboidratos determinados por diferença. Os valores correspondem a médias ± desvio padrão de análises realizadas em triplicata.

O teor de umidade foi similar ao encontrado por Marineli et al. (2014), 5,82 g.100g⁻¹ e Sandoval-Oliveros e Paredes-López (2013), 4,5 g.100g⁻¹. De acordo com Muñoz et al. (2012b), a umidade da semente de chia varia entre 5,5 a 10%, dependendo da umidade relativa do ambiente e da coloração da semente.

O teor de proteínas encontrado neste trabalho foi menor que o percentual presente em lentilhas (23%), ervilha (25%) e grão de bico (21%) (OLIVOS-LUGO; VALDIVIA-LÓPEZ; TECANTE, 2010). Sandoval-Oliveros e Paredes-López (2013) obtiveram valores maiores de proteínas (22,7 g.100g⁻¹), assim como Marineli et al. (2014), com 25,3 g.100g⁻¹, e Segura-Campos et al. (2013), com 24 g.100g⁻¹.

O teor de cinzas foi semelhante ao relatado por Coorey, Tjoe e Jayasena (2014), de 5,1 g.100g⁻¹, entretanto foi maior ao determinado por Marineli et al. (2014), de 4,1 g.100g⁻¹, e por Sandoval-Oliveros e Paredes-López (2013), de 3,7 g.100g⁻¹. O teor de lipídios foi semelhante ao determinado por Coelho e Salas-Mellado (2015), que foi de 34,6 g.100g⁻¹ e maior do que encontrado por Rupflin (2011), que foi de 29,8 g.100g⁻¹.

O teor de fibras encontrado foi menor que os demais autores mencionados anteriormente, entretanto Tombini (2013) encontrou um teor de 11,6% de fibra dietética (bruta). Rupflin (2011) determinou o teor de fibra bruta e alimentar, sendo, respectivamente, 19,9% e 31,36%. Durante a determinação do conteúdo de fibras foi possível observar que na etapa de filtração, parte das fibras da mucilagem passavam pela lã de vidro, por isso um resultado menor que o encontrado pela literatura.

De acordo com Coelho e Salas-Mellado (2015), o alto teor de fibras remete o seu uso como estabilizante e emulsificante e como ingrediente para produtos desenvolvidos sem glúten, devido ao baixo teor de carboidratos. Além disso, a semente de chia pode ser utilizada para a extração de óleo, como a produção de cápsulas de ômega-3, e para a obtenção de concentrados proteicos, já que apresenta alto teor de proteínas.

O valor calórico da semente de chia foi maior que o encontrado por Coelho e Salas-Mellado (2015) e para a linhaça, a qual segundo Lima et al. (2011) apresenta um valor calórico de 495 kcal.100g⁻¹. O alto valor calórico para a semente de chia está associado ao alto teor de lipídios, os quais nutricionalmente, possuem elevado valor energético (9 kcal.g⁻¹), além de serem importantes precursores de vitaminas lipossolúveis e de ácidos graxos essenciais.

Através da comparação dos resultados encontrados com os apresentados pela literatura, ficou evidenciada a existência de pequenas distinções nas composições, devido possivelmente as diferentes origens geográficas das sementes de chia, estágio de desenvolvimento da planta, bem como dos diversos fatores de produção, como temperatura, luminosidade e tipo de solo. Ayerza e Coates (2011), Porrás-Loaiza et al. (2014) e Reyes-Caudillo, Tecante e Valdivia-López (2008) estudaram a composição química de sementes de chia de diferentes regiões. Quanto à semente de chia estudada neste trabalho, esta tem como origem o norte do Rio Grande do Sul e não foi localizado nenhum estudo da composição de sementes de chia de alguma região do Brasil.

5.2 MUCILAGEM DE CHIA

5.2.1 Extração

A Tabela 5 apresenta os rendimentos, em base seca, das extrações da mucilagem de chia em diferentes relações semente:água e em dois diferentes processos de secagem: seca em estufa a 50°C e liofilizada.

Tabela 5 – Rendimento da extração da mucilagem seca e liofilizada.

Relação semente:água	Seca a 50°C (%)	Liofilizada (%)
1:20	3,59 ± 0,33 ^b	6,11 ± 0,26 ^a
1:30	4,27 ± 0,38 ^{ab}	5,81 ± 0,09 ^a
1:40	4,69 ± 0,05 ^a	5,81 ± 0,23 ^a

Os valores são médias ±desvio padrão de análises realizadas em triplicata. Letras iguais na coluna indicam que não há diferença significativa entre as médias pelo teste de t-Student (p<0,05).

Analisando a Tabela 5, é possível perceber que a mucilagem liofilizada não apresentou diferença significativa entre as diferentes proporções semente:água testadas. Já para a mucilagem seca a 50°C, a proporção de 1:30 foi estatisticamente igual as proporções de 1:20 e 1:40, e estas por sua vez, diferiram significativamente.

Quanto maior a concentração de mucilagem nas suspensões, maior foi a dificuldade de filtração, isto porque a mucilagem se apresenta firmemente ligada à semente, sendo difícil a separação (MUÑOZ et al., 2012b). Logo, para a obtenção da mucilagem de chia, foi utilizada a relação semente:água de 1:40.

Segundo Reyes-Caudillo, Tecante e Valdivia-López (2008), cerca de 5% a 6% da semente de chia corresponde à mucilagem de chia, onde relacionando com os resultados obtidos, a mucilagem de chia liofilizada foi a que mais se aproximou destes valores. Muñoz et al. (2012b) estudaram o efeito do pH, temperatura e relação semente:água sobre o rendimento da extração da mucilagem de chia seca a 50°C. Os autores encontraram o rendimento máximo de 6,97%, nas condições de 80°C, pH 8 e relação semente:água de 1:40.

Capitani et al. (2015) obtiveram menores rendimentos testando duas metodologias distintas para a extração da mucilagem de semente de chia. A primeira com a separação da semente da mucilagem após a liofilização, obtendo um rendimento de 3,8% de mucilagem liofilizada a partir da relação 1:10 (semente:água) e 4 h de hidratação. Já a segunda metodologia promoveu a separação da mucilagem da semente antes da liofilização através de peneiramento, onde foi obtido 3,7% de mucilagem nas condições de 1:20 e 1 h de hidratação.

Outras fontes vegetais de mucilagem apresentam rendimentos semelhantes a semente de chia. Ziolkovska (2012) obteve um rendimento de 8,0% na extração de mucilagem de semente de linhaça. Faccio et al. (2015) obtiveram mucilagem liofilizada de jaracatiá (*Carica quercifolia*) obtendo um rendimento, em base seca, de 5,8%. Já Tavares et al. (2011) atingiram um rendimento de mucilagem de inhame liofilizada em relação ao tubérculo de inhame, de 6,8%.

Nos resultados encontrados, a mucilagem liofilizada foi a que mais se aproximou dos dados mencionados na literatura. Os rendimentos obtidos com a mucilagem seca a 50°C proporcionaram valores menores dos que aqueles obtidos pela mucilagem liofilizada devido possivelmente ao efeito da alta temperatura do processo de secagem, o qual pode ter ocasionado perdas dos componentes da mucilagem.

5.2.2 Composição proximal

Os resultados da composição proximal e valor calórico da mucilagem de chia seca a 50°C e liofilizada estão descritos na Tabela 6.

Tabela 6 - Composição proximal, em base seca, e valor calórico da mucilagem de chia seca a 50°C e liofilizada.

Parâmetro	Seca a 50°C (g.100g⁻¹)	Liofilizada (g.100g⁻¹)
Umidade	13,69 ± 0,04 ^a	10,74 ± 0,29 ^b
Cinzas*	10,63 ± 0,12 ^a	10,76 ± 0,51 ^a
Lipídios*	2,05 ± 0,29 ^a	0,91 ± 0,05 ^b
Proteínas*	8,79 ± 0,06 ^a	8,17 ± 0,10 ^b
Carboidratos*	78,53	80,16
Valor calórico (kcal.100g⁻¹)*	367,73	361,51

*Base seca.

Carboidratos determinados por diferença. Os valores correspondem a médias ±desvio padrão de análises realizadas em triplicata. Letras iguais na linha indicam que não há diferença significativa entre as médias pelo teste de t-Student (p<0,05).

Analisando os resultados apresentados na Tabela 6, com exceção do teor de cinzas, a composição proximal das mucilagens diferiu significativamente entre si, sendo a mucilagem seca a 50°C a que apresentou os maiores valores. O valor de umidade mostrou-se similar ao relatado por Capitani et al. (2015), que verificaram o teor de umidade da mucilagem de chia liofilizada extraída por dois métodos diferentes, obtendo 9,37% e 11,08%. Munõz et al. (2012b) encontraram um teor de 15% de umidade para mucilagem seca a 50°C por 10 h.

O teor de cinzas encontrado foi semelhante para ambas mucilagens e superior ao de Muñoz et al. (2012a) – 8%, para mucilagem seca a 50°C, e Coorey, Tjoe e Jayasena (2014) encontraram 3,8%, para mucilagem liofilizada, bem como em outras fontes de gomas, tais

como a goma arábica (*Acacia senegal*) com um valor de 3,6% (ABER et al., 2002) e goma guar com um valor de 0,89%. Entretanto, a amostra neste estudo apresentou teor de cinzas semelhante à goma xantana, com um valor de 9,35% (SCIARINI et al., 2009).

O baixo teor de lipídios determinado já era esperado, uma vez que segundo Coorey, Tjoe e Jayasena (2014), o óleo permanece retido na estrutura celular e não é extraído com o gel. O teor encontrado pode ser devido a alguns resíduos de semente de chia que permaneceram mesmo após a centrifugação, assim como no aumento do teor das cinzas em relação à semente de chia. Assim como a mucilagem de chia, Sciarini et al. (2009) determinaram um teor de cerca de 0,6% de lipídios em goma guar. Yadav, Moreau, e Hicks (2007) destacam que o teor de lipídios em gomas pode desempenhar um papel importante na estabilização de emulsões óleo/água.

Quanto ao teor proteico, este se apresentou maior que o determinado por Muñoz et al. (2012a) e menor que Capitani et al. (2013), que obtiveram respectivamente, 4% e 11,6%. López et al. (2006) relataram que hidrocoloides ricos em proteínas, tais como gelatina, goma arábica e goma mezquite são bons estabilizantes, pois apresentam grupos hidrofóbicos suficientes para atuar como pontos de ligação e grupos hidrofílicos que reduzem a tensão superficial na interface líquido-líquido.

Quanto ao valor calórico, não foi encontrado nenhum dado na literatura para mucilagem de chia, entretanto comparando com outras gomas, o valor foi mais elevado. Luvielmo e Scamparini (2009) relatam que o uso da goma xantana em alimentos, serve para reduzir o conteúdo calórico dos alimentos e melhorar sua passagem através do trato gastrointestinal, apresentando valor calórico de aproximadamente 60 kcal.100g⁻¹. A goma guar, parcialmente hidrolisada, segundo Finley et al. (2013), apresenta um valor calórico entre 160 a 190 kcal.100g⁻¹.

5.2.3 Propriedades funcionais

A Tabela 7 apresenta as propriedades funcionais de capacidade emulsificante, capacidade de retenção de água e capacidade de retenção de óleo da mucilagem de chia seca a 50°C e liofilizada.

A utilização de hidrocoloides (gomas) na indústria de alimentos baseia-se principalmente no aproveitamento de suas propriedades funcionais, as quais estão relacionadas à capacidade de espessar, de manter partículas em suspensão e de reter água (SONG et al., 2006).

Tabela 7 - Propriedades funcionais da mucilagem de chia seca a 50°C e liofilizada.

	Seca a 50°C	Liofilizada
CE (%)	58,5 ± 0,50 ^b	63,67 ± 0,76 ^a
CRA (g de água retida/ g de amostra)	176,21 ± 0,04 ^a	161,00 ± 1,00 ^b
CRO (g de óleo retido/ g de amostra)	8,97 ± 0,05 ^a	8,97 ± 0,27 ^a

CE: Capacidade emulsificante; CRA: Capacidade de retenção de água; CRO: Capacidade de retenção de óleo. Os valores são médias ± desvio padrão de análises realizadas em triplicata. Letras iguais na linha indicam que não há diferença significativa entre as médias pelo teste de *t-Student* ($p < 0,05$).

A capacidade emulsificante (CE) mostra a capacidade de um agente emulsionante em formar uma dispersão água-em-óleo. Na Tabela 7 pode-se observar que as diferenças observadas entre os dois tipos de mucilagens para a CE foram significativas, sendo a mucilagem de chia liofilizada a que apresentou maior capacidade. Resultados semelhantes também foram encontrados por Coorey, Tjoe e Jayasena (2014), os quais verificaram que a mucilagem extraída de semente de chia (61,5%) apresenta maior capacidade emulsificante que a extraída da farinha de chia (53,7%). Yadav, Moreau, e Hicks (2007) relatam que além das proteínas, a capacidade emulsificante de gomas pode ser atribuída aos traços de lipídios que estão presentes e podem estar ligados a proteínas.

A alta CE observada remete a utilização da mucilagem de chia como agente espessante, devido à sua capacidade de aumentar a viscosidade da fase aquosa de uma emulsão óleo em água, impedindo assim o movimento das gotículas de óleo da fase dispersa. A mucilagem de linhaça também apresenta esta propriedade, onde tem uma forte capacidade de espessamento, afetando positivamente a capacidade de retenção de água e as propriedades emulsionantes da farinha de linhaça desengordurada. Devido a sua capacidade emulsificante, Tavares (2009) verificou que mucilagem de taro liofilizada é uma alternativa eficaz como emulsificante natural para adição em pão de forma.

A maior capacidade de retenção de água (CRA) foi obtida para a mucilagem seca a 50°C (176,21 g de água retida/ g de amostra). Ambos os tipos de mucilagens resultaram em valores de CRA superiores aos encontrados por Segura-Campos et al. (2014), que determinaram um valor de 103,2 g de água retida/ g de amostra para mucilagem de chia e 110,5 g de água retida/ g de amostra para mucilagem de chia parcialmente desengordurada. A alta CRA obtida é devido ao teor de fibras presente, que tem a capacidade de reter água dentro da sua matriz. Esse parâmetro é de grande importância na preparação de alimentos viscosos como sopas, molhos, massas, e produtos de panificação (SEGURA-CAMPOS et al., 2014).

A capacidade de retenção de óleo (CRO) não diferiu entre as amostras. Capitani, Nolasco e Tómas (2013) obtiveram menores valores de CRO, que foram de 2,94 e 2,03 g de óleo retido/ g de amostra, enquanto que Segura-Campos et al. (2014) encontraram 25,79 g de óleo retido/ g de amostra e 11,67 g de óleo retido/ g de amostra para mucilagem de chia parcialmente desengordurada. A goma guar e xantana apresentam CRO menor que a mucilagem de chia, cerca de 4-6 g de óleo/ g de fibra, já a goma arábica apresenta valor semelhante, 8-9 g de óleo/ g de fibra.

De acordo com Segura-Campos et al. (2014), o baixo valor de CRO da mucilagem de chia permite que esta desempenhe um papel importante no processamento de alimentos fritos, uma vez que atua sobre a retenção do sabor e *flavor* da gordura, o que não contribui para a sensação de boca gordurosa (CAPITANI; NOLASCO; TÓMAS, 2013; SEGURA-CAMPOS et al., 2014).

5.2.4 Cor

A Tabela 8 apresenta os parâmetros de luminosidade (L^*) e cromas a^* e b^* da mucilagem de chia seca a 50°C e liofilizada. O sistema CIE $L^*a^*b^*$ (1976) permite registrar a luminosidade, variando do preto (0%) a branco (100%) e as coordenadas cromáticas a^* ($+a^*$, vermelho; $-a^*$, verde) e b^* ($+b^*$, amarelo; $-b^*$, azul). Os cromas a^* e b^* possibilitam calcular o ângulo Hue ou tonalidade, sendo que quando os valores do ângulo Hue estão próximos de 0°, a cor é púrpura, próximos de 90° amarelo, ou verde-azulados (180°) ou azuis (270°).

Quanto à luminosidade (L^*), a mucilagem liofilizada apresentou tendência ao branco, sendo mais clara que a mucilagem seca a 50°C. Os cromas a^* e b^* foram estatisticamente iguais para ambos os tipos de mucilagem de chia, tendendo ao vermelho e ao amarelo. Para ambas as mucilagens o ângulo Hue (h) foi semelhante, se aproximando da tonalidade amarela.

Campos et al. (2016) verificaram que a temperatura de extração apresentou um efeito pronunciado sobre a cor da mucilagem e um efeito linear quanto ao tempo de extração e relação semente:água. Além disso, os autores verificaram que a tonalidade de extração diminui com tempos maiores de extração.

Tabela 8 - Parâmetros de cor e tonalidade da mucilagem de chia seca a 50°C e liofilizada.

Parâmetro	Seca a 50°C	Liofilizada
L*	54,72 ± 1,85 ^b	81,97 ± 0,33 ^a
a*	0,78 ± 0,08 ^a	0,71 ± 0,07 ^a
b*	7,41 ± 0,26 ^a	7,98 ± 0,66 ^a
h (°)	83,99	84,92

L* = luminosidade; a* e b* = cromas; h = ângulo Hue

Os valores são médias ± desvio padrão de análises realizadas em triplicata. Letras iguais na linha indicam que não há diferença significativa entre as médias pelo teste de t-Student (p<0,05).

De acordo com Koocheki et al. (2009), a cor desenvolvida pela mucilagem extraída pode ser devido à passagem de algumas impurezas, como pigmentos naturais ou resíduos da semente originados pelo esmagamento da mesma durante a filtração. Os autores também relataram que a combinação de valores altos de temperatura de extração e tempo de agitação promove uma cor mais escura.

5.3 PÃO ADICIONADO DE MUCILAGEM DE CHIA EM SUBSTITUIÇÃO A GORDURA VEGETAL HIDROGENADA

5.3.1 Composição proximal

A Tabela 9 apresenta a composição proximal do pão controle e dos pães adicionados de mucilagem de chia para substituição da gordura hidrogenada vegetal. O conteúdo de umidade em alimentos é um indicativo de qualidade, além disso, é uma das características sensoriais mais desejáveis em produtos de panificação, pois é normalmente relacionado como um produto suave (DADKHAH; HASHEMIRAVAN; SEYEDAIN-ARDEBILI, 2012).

Os pães com adição de mucilagem de chia apresentaram um teor de umidade menor que o pão controle. Esperava-se que o teor de umidade fosse maior conforme fosse feita a adição da mucilagem, devido ao fato que a mucilagem apresenta alto teor de fibras e estas possuem a capacidade de absorver água. Entretanto, a quantidade adicionada de mucilagem de chia foi muito pequena em relação à massa total dos pães, não incidindo no aumento da umidade. Por exemplo, na formulação com 100% de substituição da gordura vegetal, foi adicionado apenas 0,105% de mucilagem de chia. Já o teor de cinzas não

Tabela 9 - Composição proximal do pão controle e dos pães adicionados de mucilagem de chia em substituição a gordura vegetal hidrogenada adicionada.

Mucilagem	Pão	Umidade (g.100g ⁻¹)	Proteínas* (g.100g ⁻¹)	Lipídios* (g.100g ⁻¹)	Cinzas* (g.100g ⁻¹)	Carboidratos* (g.100g ⁻¹)	Valor calórico* (kcal.100g ⁻¹)
	Controle	36,61±0,00 ^{a,b}	12,68 ± 0,27 ^{a,b}	1,66 ± 0,16 ^a	2,64 ± 0,14 ^a	83,02	397,74
Liofilizada	BCM-25	36,02±0,15 ^{b,c}	13,14 ± 0,40 ^a	1,52 ± 0,11 ^{a,b}	2,69 ± 0,04 ^a	82,65	396,84
	BCM-50	35,11±0,05 ^e	11,44 ± 0,20 ^d	0,93 ± 0,01 ^{d,e}	2,66 ± 0,07 ^a	84,97	394,01
	BCM-75	33,98±0,47 ^f	12,38 ± 0,13 ^{a,b}	0,72 ± 0,14 ^{e,f}	2,66 ± 0,06 ^a	84,24	392,96
	BCM-100	35,10±0,20 ^e	11,26 ± 0,12 ^d	0,32 ± 0,12 ^f	2,64 ± 0,03 ^a	85,78	391,04
Seca a 50°C	BCM-25	35,79±0,21 ^{c,d}	11,52 ± 0,27 ^{c,d}	1,38 ± 0,03 ^{a,b,c}	2,59 ± 0,12 ^a	84,51	396,54
	BCM-50	33,91±0,03 ^f	12,41 ± 0,03 ^{a,b}	1,20 ± 0,29 ^{b,c,d}	2,64 ± 0,03 ^a	83,75	395,44
	BCM-75	35,28±0,28 ^{d,e}	12,22 ± 0,05 ^{b,c}	1,05 ± 0,40 ^{c,d,e}	2,61 ± 0,05 ^a	84,12	394,81
	BCM-100	36,90±0,18 ^a	9,87 ± 0,51 ^e	0,66 ± 0,03 ^{e,f}	2,61 ± 0,02 ^a	86,86	392,86

* Base seca.

BCM-25, BCM-50, BCM-75 e BCM-100: formulações com 25, 50, 75 e 100% de substituição da gordura vegetal hidrogenada por mucilagem de chia, respectivamente. Média de três valores com desvio padrão. Letras iguais na coluna indicam que não há diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey (p<0,05).

apresentou diferença significativa à medida que foi feita a substituição da gordura pela mucilagem de chia. Korus et al. (2015) estudaram a adição de mucilagem de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) em pão sem glúten. Os autores não encontraram diferença entre a umidade do pão controle e dos pães com substituição de 1,2, 1,8 e 2,4% do amido total por uma combinação de mucilagem de linhaça, goma guar e pectina. De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (BRASIL, 2012), pão de trigo pode apresentar até 30% de umidade, sendo que todos os pães desenvolvidos nesse trabalho apresentaram um conteúdo maior devido à suspensão de mucilagem presente.

O teor proteico diminuiu com a adição de mucilagem ao pão, isto se deve provavelmente a quantidade de mucilagem de chia, a qual foi baixa, não incidindo no teor proteico. Nos pães BCM-100 foi onde se obteve o menor teor de proteína, embora seja a formulação com a maior quantidade de mucilagem de chia adicionada.

Para o conteúdo de lipídios, as formulações com total substituição da gordura (BCM-100) por mucilagem de chia resultaram em uma redução significativa de 80,7% para a mucilagem liofilizada e 60,2% para a mucilagem seca a 50°C, em relação ao pão controle e aqueles com combinação de gordura e mucilagem de chia. Este resultado foi positivo, pois era um dos objetivos proposto por esse trabalho.

Coelho e Salas-Mellado (2015) elaboraram pães adicionados de 7,8% de farinha de chia e 11% de semente de chia em substituição à farinha de trigo. Os autores perceberam que ao reduzir o conteúdo de gordura vegetal hidrogenada que era adicionado e incluir a chia na formulação, havia redução nos níveis de gordura saturada e aumento no nível de gordura poli-insaturada, evidenciando que a semente de chia na área da panificação pode produzir produtos mais saudáveis. O teor de cinzas aumentou com as substituições, enquanto que o teor proteico não apresentou diferença significativa. Na avaliação sensorial, os pães obtiveram altos índices de aceitabilidade e de intenção de compra demonstrando a viabilidade comercial destes produtos, sendo destacado o pão de farinha de chia com maior índice de intenção de compra que o de sementes de chia.

O valor calórico dos pães com adição de mucilagem de chia foi semelhante ao do pão controle, isto porque a parcela de lipídios é muito pequena quando comparada com a parcela que mais contribui devido ao seu alto teor, que é os carboidratos, que apresenta coeficiente calórico de 4 kcal.g⁻¹.

5.3.2 Características físicas e tecnológicas

A Tabela 10 apresenta os parâmetros de perda de cocção, volume específico, dureza, atividade de água (Aa) e escore total para o pão controle e para os pães adicionados de mucilagem de chia pela substituição da gordura hidrogenada vegetal.

Observando a Tabela 10, é possível verificar que a perda de cocção foi menor em todos os graus de substituições da gordura pela mucilagem de chia, sendo crescente nas substituições de 25, 50 e 75%. Esperava-se que com o aumento do volume específico, aumentasse também a evaporação de água devido a uma maior superfície, entretanto a mucilagem de chia por ser composta essencialmente por fibras possui uma alta retenção de água, diminuindo a água livre, não permitindo a sua evaporação durante o forneamento.

O volume específico dos pães substituídos de 25%, 50% e 75% da gordura pela adição de mucilagem de chia seca a 50°C e liofilizada, não diferiram estatisticamente do pão controle. Para os pães com total substituição da gordura, os valores encontrados foram menores ($p < 0,05$), entretanto houve apenas uma redução de cerca de 8% do volume específico do pão com adição de 100% de mucilagem seca a 50°C em relação ao pão controle, e de 16% para o pão com adição de 100% de mucilagem liofilizada, indicando que a adição de mucilagem não prejudicou esta característica tecnológica dos pães.

Steffolani et al. (2015) estudaram o efeito da adição de diferentes formas de chia, sem ou com a pré-hidratação, sobre as propriedades reológicas da massa de pão, qualidade tecnológica e sensorial dos pães. Os autores obtiveram como tendência geral, que a incorporação de chia reduziu o volume específico dos pães, embora fossem obtidos maiores volume específico após a adição de farinha chia do que a adição de sementes. Além disso, o volume específico dos pães foi maior quando foi realizada a pré-hidratadação da farinha e da semente de chia, não encontrando diferenças entre o pão controle e pão formulado com farinha de chia pré-hidratada.

Com relação à dureza, observa-se na Tabela 10, que com a adição de mucilagem houve pequenos aumentos de dureza, proporcionais à quantidade adicionada de mucilagem. Verificou-se, também, que assim como os valores de volume específico, a mucilagem seca a 50°C apresentou um desempenho melhor que a mucilagem liofilizada nas características de dureza do miolo do pão.

Fonseca (2006) estudou a adição de taro *in natura*, mucilagem de taro *in natura* e mucilagem de taro liofilizada em pães de forma, sendo que a mucilagem de taro liofilizada foi

Tabela 10 – Características físicas e tecnológicas do pão controle e dos pães adicionados de mucilagem de chia em substituição a gordura vegetal hidrogenada adicionada.

Mucilagem	Pão	Perda de cocção (%)	VE (cm ³ .g ⁻¹)	Dureza (N)	Aa	Escore total
	Controle	9,73±0,23 ^a	3,41±0,09 ^{a,b}	3,17±0,02 ^f	0,951±0,001 ^a	87,89±0,92 ^{b,c}
Liofilizada	BCM-25	5,98±0,14 ^{e,f,g}	3,55±0,30 ^{a,b}	3,62±0,01 ^e	0,946±0,001 ^{a,b}	85,01±0,90 ^d
	BCM-50	6,91±0,03 ^{b,c,d}	3,33±0,08 ^{a,b}	3,89±0,02 ^d	0,936±0,001 ^e	89,44±0,77 ^b
	BCM-75	7,17±0,08 ^{b,c}	3,60±0,02 ^a	4,42±0,10 ^c	0,936±0,002 ^e	88,93±0,84 ^b
	BCM-100	6,36±0,17 ^{d,e,f}	2,86±0,05 ^c	6,36±0,04 ^a	0,936±0,002 ^e	88,61±0,45 ^b
Seca a 50°C	BCM-25	5,88±0,42 ^{f,g}	3,63±0,15 ^a	2,91±0,01 ^g	0,941±0,003 ^{c,d}	79,33±0,57 ^e
	BCM-50	6,62±0,26 ^{c,d,e}	3,60±0,08 ^a	3,07±0,08 ^{f,g}	0,940±0,001 ^{c,d,e}	85,64±0,87 ^{c,d}
	BCM-75	7,37±0,21 ^b	3,48±0,22 ^{a,b}	3,80±0,13 ^{d,e}	0,937±0,000 ^{d,e}	89,95±0,76 ^b
	BCM-100	5,37±0,29 ^g	3,13±0,11 ^{b,c}	6,03±0,11 ^b	0,943±0,001 ^{b,c}	93,79±1,64 ^a

BCM-25, BCM-50, BCM-75 e BCM-100: formulações com 25, 50, 75 e 100% de substituição da gordura vegetal hidrogenada por mucilagem de chia, respectivamente.

VE: volume específico; Aa: atividade de água. Média de três valores com desvio padrão. Letras iguais na coluna indicam que não há diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey (p<0,05).

à forma que apresentou um maior efeito positivo sobre a textura dos pães, além de apresentar uma maior aceitabilidade. Huerta (2015) obteve uma influencia negativa em relação à textura quando foi desenvolvido pão sem glúten sem a adição de gordura e goma pela adição de farinha de chia.

A atividade de água é um parâmetro importante para ser determinado, uma vez que mostra a água não ligada ao substrato e disponível para a proliferação de microorganismos (GUTKOSKI et al., 2009). Conforme houve a substituição da gordura pela adição da mucilagem de chia, a atividade de água foi reduzida, possivelmente pela característica da mucilagem, a qual é capaz de absorver a água, reduzindo a água livre.

Os valores de pontuação total variaram de 79,33 a 93,79, sendo que dentre as características avaliadas, a cor da crosta, simetria e características da crosta foram os aspectos que mais influenciaram na pontuação total para os pães. Os pães com 25% da substituição da gordura foram os que obtiveram menor pontuação, e a maior pontuação foi obtida para o pão com total substituição da gordura por mucilagem seca, sendo está maior que do pão controle. De acordo com Dutcosky (1996), o pão que apresenta uma pontuação de 81 a 100 pode ser classificado como um pão de boa qualidade, de 61 a 80 regular e de 31 a 60 como ruim. Logo, pelas características analisadas apenas o pão com 25% de substituição da gordura pela adição de mucilagem seca a 50°C foi classificado como regular, sendo os demais classificados como pães de boa qualidade.

Ferreira (2013) relata que modificações na formulação de pães, seja pela adição de outros ingredientes ou pela substituição do açúcar ou gordura, pode proporcionar a diluição das proteínas formadoras do glúten, afetando as características de absorção de água e fermentação. Com isso, o produto final pode ter uma diminuição do volume específico, aumento da firmeza do miolo e aparência mais escura. Devido a as propriedades funcionais apresentadas pela mucilagem de chia, esta tem a capacidade de suprir a ausência da gordura, mantendo as características semelhantes ao do pão controle.

Considerando todos os parâmetros avaliados, a adição de mucilagem de chia afetou levemente as características de volume específico e dureza, não afetando e melhorando em alguns casos a pontuação total.

5.3.3 Cor

A Tabela 11 apresenta os parâmetros de cor para a crosta e o miolo para o pão controle e para os pães adicionados de mucilagem de chia pela substituição da gordura

hidrogenada vegetal. O fenômeno da cor além de físico é também um fator psicológico, e existem alguns fatores que afetam as reações dos consumidores quanto à cor dos alimentos, o que pode se tornar significativo no nível da escolha do consumidor. A cor dos alimentos está intimamente relacionada com a faixa etária do consumidor, sendo conhecida a preferência dos adultos por azul e verde, e pelas crianças pelo vermelho, verde e amarelo (QUEIROZ; TREPTOW, 2006).

Para produtos de panificação, a cor da crosta é diretamente influenciada pela reação de Maillard e caramelização, umas das principais mudanças químicas ocasionadas durante o cozimento. Já a cor do miolo sofre influência da farinha de trigo utilizada, que quanto menor a granulometria, mais brilhante será a cor (QUAGLIA, 1991).

Entre os tratamentos, observa-se que a luminosidade da crosta diminuiu conforme foi realizada a substituição da gordura, com exceção da substituição de 25% por mucilagem de chia seca a 50°C, aproximando-se da cor preta e evidenciando que a coloração da mucilagem de chia influenciou significativamente a cor da crosta e do miolo dos pães. Pelo fato da mucilagem de chia ser de coloração escura quando reidratada, espera-se que tanto a crosta, como o miolo, sejam um pouco mais escuros conforme se tem um aumento do grau de substituição da gordura pela mucilagem de chia. Korus et al. (2015) verificaram que a adição da mucilagem de linhaça fez com que os pães apresentassem coloração mais escura que o pão controle, semelhante ao que foi encontrado nesse estudo.

Em relação ao parâmetro a^* para a crosta e miolo nota-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre o pão controle e os demais pães com adição de mucilagem de chia. O valor de a^* para o miolo foi menor para o maior grau de substituição (100%), tendendo ao vermelho, enquanto que as demais substituições tenderam ao verde. Para a crosta, o croma a^* tendeu a cor vermelha. Já o croma b^* tanto para a crosta, como para o miolo, tendeu ao amarelo.

Um produto semelhante ao pão de trigo é obtido quando a cor do miolo tende ao amarelo (próximo a 90°), o qual foi obtido em todos os graus de substituição da gordura pela mucilagem, já que o ângulo Hue (h) variou de 86,11 a 89,57.

A Figura 6 apresenta os pães desenvolvidos nesse estudo.

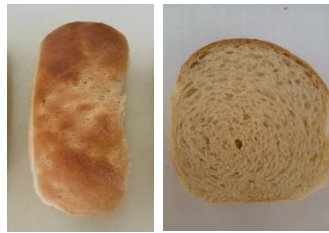
Tabela 11 - Parâmetros de cor para o pão controle e os pães adicionados de mucilagem de chia em substituição a gordura vegetal hidrogenada adicionada.

Mucilagem	Pão	CROSTA				MIOLO			
		L*	a*	b*	h (°)	L*	a*	b*	h (°)
	Controle	45,56 ± 1,75 ^b	16,98 ± 0,54 ^a	27,13 ± 0,35 ^{b,c}	57,96	67,42 ± 1,70 ^a	-1,01 ± 0,01 ^d	14,88 ± 0,42 ^{a,b}	86,11
Liofilizada	BCM-25	57,56 ± 0,53 ^a	16,24 ± 0,04 ^{a,b}	34,43 ± 1,13 ^a	64,75	70,31 ± 0,74 ^a	-0,95 ± 0,05 ^d	15,83 ± 0,31 ^a	86,56
	BCM-50	43,62 ± 2,18 ^{b,c}	17,08 ± 1,49 ^a	27,82 ± 0,48 ^{b,c}	58,45	57,57 ± 0,58 ^b	-0,15 ± 0,05 ^b	13,19 ± 0,09 ^{c,d}	89,35
	BCM-75	37,80 ± 0,95 ^{d,e}	14,53 ± 0,87 ^{a,b,c}	26,83 ± 1,41 ^{b,c,d}	61,56	58,52 ± 0,60 ^b	-0,45 ± 0,01 ^c	14,5 ± 0,69 ^{a,b,c}	88,22
	BCM-100	36,54 ± 0,96 ^{e,f}	12,73 ± 0,65 ^c	28,27 ± 0,86 ^b	65,75	48,49 ± 0,31 ^c	0,09 ± 0,02 ^a	13,56 ± 0,42 ^{b,c}	89,20
Seca a 50°C	BCM-25	31,77 ± 0,46 ^g	12,97 ± 0,62 ^c	24,57 ± 0,37 ^d	62,17	41,51 ± 1,85 ^d	-0,09 ± 0,05 ^b	12,05 ± 0,35 ^d	89,57
	BCM-50	40,36 ± 0,46 ^{c,d}	13,9 ± 1,62 ^{b,c}	25,58 ± 0,77 ^{c,d}	61,48	57,85 ± 1,65 ^b	-0,42 ± 0,03 ^c	13,94 ± 0,67 ^{b,c}	88,27
	BCM-75	35,78 ± 1,51 ^{e,f}	14,6 ± 0,97 ^{a,b,c}	27,46 ± 0,62 ^{b,c}	62,00	55,04 ± 1,87 ^b	-0,41 ± 0,04 ^c	14,13 ± 0,58 ^{b,c}	88,33
	BCM-100	33,34 ± 1,04 ^f	14,17 ± 1,35 ^{a,b,c}	25,73 ± 0,35 ^{c,d}	61,15	50,03 ± 0,51 ^c	0,16 ± 0,02 ^a	14,02 ± 0,70 ^{b,c}	89,35

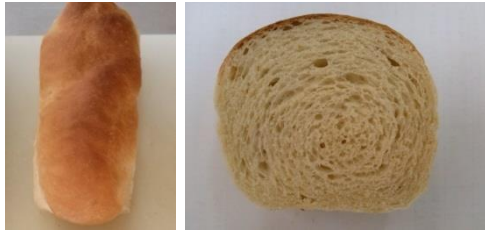
BCM-25, BCM-50, BCM-75 e BCM-100: formulações com 25, 50, 75 e 100% de substituição da gordura vegetal hidrogenada por mucilagem de chia, respectivamente.

L* = luminosidade; a* e b* = cromas; h = ângulo Hue. Média de três valores com desvio padrão. Letras iguais na coluna indicam que não há diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey (p<0,05).

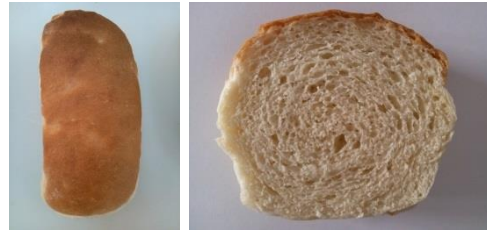
Figura 6 - Fotografias dos pães desenvolvidos nesse estudo.



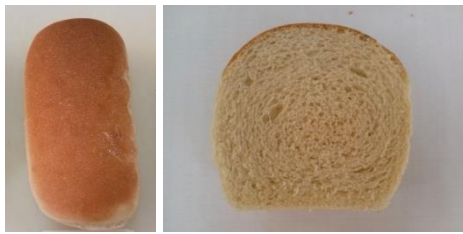
Controle



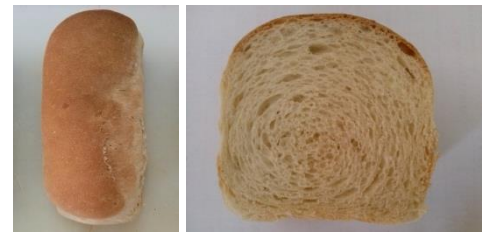
25% da gordura por mucilagem liofilizada



25% da gordura por mucilagem seca a 50°C



50% da gordura por mucilagem liofilizada



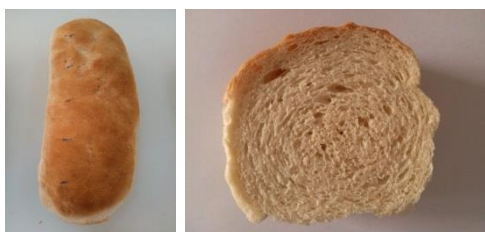
50% da gordura por mucilagem seca a 50°C



75% da gordura por mucilagem liofilizada



75% da gordura por mucilagem seca a 50°C



100% da gordura por mucilagem liofilizada



100% da gordura por mucilagem seca a 50°C

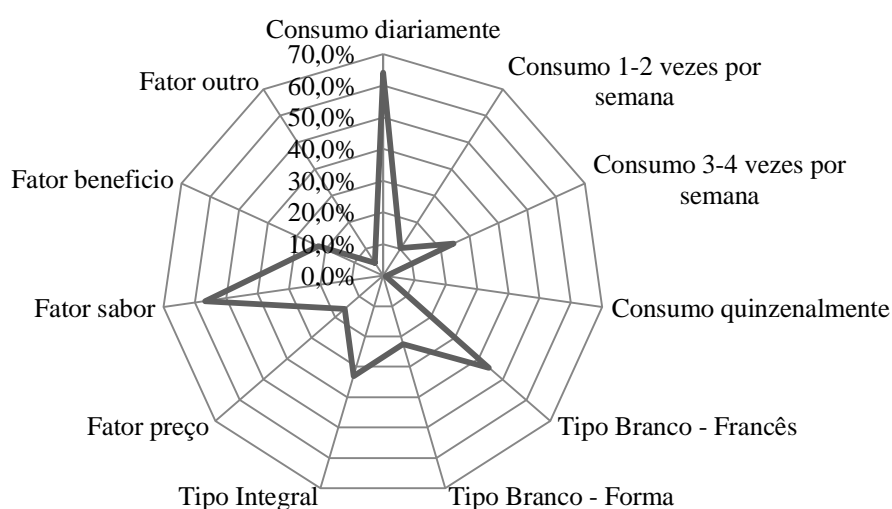
5.3.4 Análise sensorial

Associando todas as características obtidas, foram escolhidas para a realização da análise sensorial as formulações BCM-75 e BCM-100 com mucilagem de chia seca a 50°C,

pois apresentaram uma alta redução da gordura, propriedades físicas e tecnológicas semelhantes a pão controle e a obtenção da mucilagem seca a 50°C é de menor custo que a liofilizada.

A maior parte dos consumidores foi do sexo feminino (73,6%) e tinham entre 18 e 35 anos (86,8%), de um total de 106 julgadores. A Figura 7 apresenta as respostas do questionário entregue juntamente com a ficha de avaliação a fim de traçar um perfil dos julgadores.

Figura 7 – Gráfico do perfil dos participantes da pesquisa.



Verificou-se que o consumo de pão ocorre em sua maioria diariamente (64,2%), sendo que apenas 24,5% consomem pão de 3 a 4 vezes por semana, 10,4% de 1 a 2 vezes por semana e 0,9% a cada 15 dias. O pão mais consumido é o pão francês, com 44,4%, seguido do pão integral, com 33% e pão de forma, com 22,6%. Em relação ao que influencia durante a compra do pão, o fator mais decisivo para os consumidores é o sabor, com 56,8%. Posteriormente, com 22,4% está associado a compra de pão com relação ao benefício que pode proporcionar para a saúde, seguido de 16% dos consumidores que compram o pão de acordo com o preço e 4,8% compram pão por algum outro fator, como aparência e proximidade para a compra. Logo, percebe-se que os consumidores buscam sempre um alimento saboroso, mas que possa proporcionar um benefício fisiológico adicional.

A Tabela 12 apresenta os resultados da análise de variância dos dados coletados na análise sensorial dos pães com 75% e 100% da gordura vegetal hidrogenada por mucilagem de chia seca a 50°C. Observando a Tabela 12 é possível perceber que apenas os parâmetros de aparência, cor do miolo e odor não apresentaram diferença significativa entre

as duas amostras testadas. A textura e o sabor apresentaram diferença ($p < 0,05$) entre as duas formulações, sendo que nessas duas características o pão com 75% de substituição de gordura obteve notas melhores que o pão com substituição de 100% da gordura, o que pode ser devido a ausência de gordura na formulação, ingrediente que contribui de forma positiva na textura e no sabor. Avaliando globalmente os atributos, verifica-se que essa formulação BCM-75 pode ter tido uma melhor aceitabilidade porque apresentou maiores valores de volume específico comparada a outras formulações.

Tabela 12 – Notas da avaliação sensorial dos pães com 75 e 100% de substituição da gordura por mucilagem de chia seca a 50°C.

Pães com substituição da gordura pela adição de mucilagem de chia seca a 50°C				
Parâmetro	BCM-75		BCM-100	
	Notas	IA	Notas	IA
Aparência	8,23 ± 0,85 ^a	-	8,18 ± 0,84 ^a	-
Cor da casca	7,91 ± 1,15 ^b	-	8,15 ± 0,91 ^a	-
Cor do miolo	8,24 ± 0,95 ^a	-	8,19 ± 0,92 ^a	-
Odor	7,62 ± 1,46 ^a	-	7,54 ± 1,47 ^a	-
Textura	7,91 ± 1,19 ^a	-	7,41 ± 1,50 ^b	-
Sabor	7,95 ± 1,11 ^a	-	7,59 ± 1,25 ^b	-
Qualidade global	8,01 ± 1,04 ^a	89,0	7,81 ± 1,13 ^b	86,8

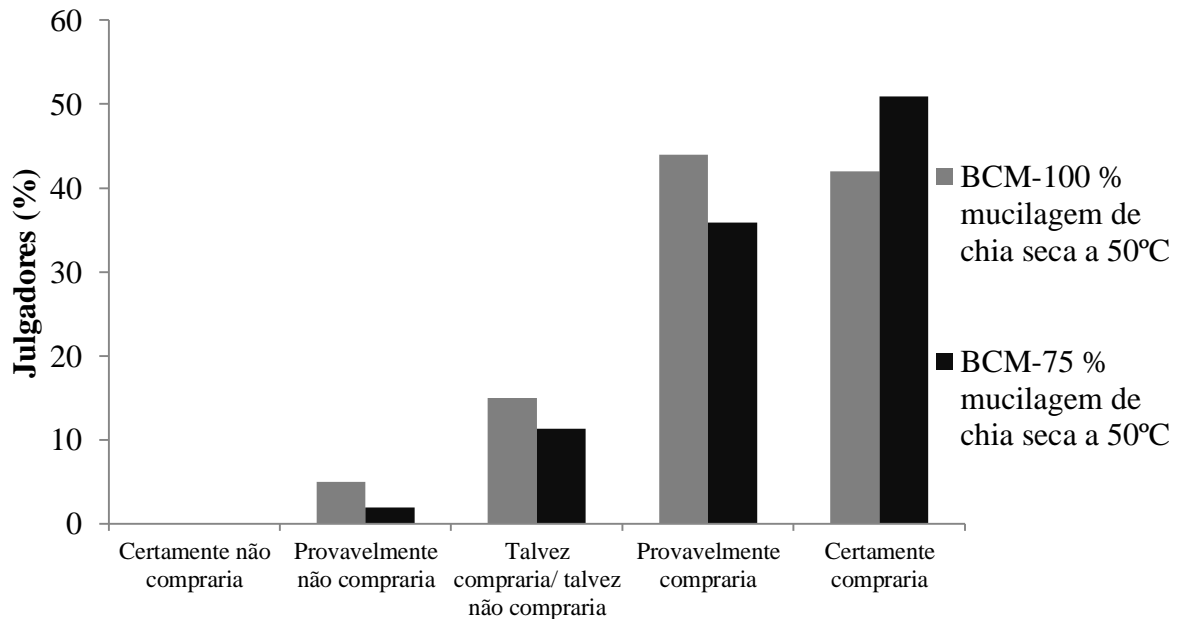
BCM-75 e BCM-100: formulações com 75 e 100% de substituição da gordura vegetal hidrogenada por mucilagem de chia, respectivamente. IA: índice de aceitação. Média de três valores com desvio padrão. Letras iguais na linha indicam que não há diferença significativa entre as médias ($p < 0,05$).

Todos os atributos obtiveram nota maior que 7, demonstrando que as respostas variaram de “gostei moderadamente” a “gostei muito”, e índice de aceitação (IA) de 89,0% e de 86,8%. De acordo com Spehar e Santos (2002), para que um produto seja considerado como aceito, em termos de suas propriedades sensoriais, é necessário que se obtenha um IA de no mínimo 70%, o qual foi obtido nas duas amostras.

Puig e Haros (2011) obtiveram uma aceitabilidade de 97,8% para pão elaborado com 5% de substituição de farinha de trigo por semente de chia. Steffolani et al. (2015) verificaram que a utilização de semente de chia e semente de chia pré-hidratada proporcionaram uma melhor aceitação que a utilização de farinha de chia em formulação de pão. Coelho e Salas-Mellado (2015) obtiveram pães com semente e farinha de chia com

escores entre “gostei moderadamente” a “gostei muito”. A Figura 8 apresenta os resultados para intenção de compra dos pães com 75% e 100% da gordura vegetal hidrogenada substituída por mucilagem de chia seca a 50°C.

Figura 8 - Intenção de compra (%) dos pães desenvolvidos com mucilagem de chia seca a 50°C.



De acordo com a Figura 8, as duas amostras de pães adicionados de mucilagem de chia apresentaram atitude positiva de compra. Para a formulação BCM-75, 50,9% certamente comprariam e 35,8% provavelmente comprariam, o que totaliza 86,7%, e 11,3% talvez comprariam/ talvez não comprariam e apenas 2,0% provavelmente não comprariam. Já a formulação BCM-100 cerca de 39,6% dos consumidores certamente comprariam o produto e 41,5% provavelmente comprariam, totalizando 81,1% dos consumidores, o que comprova que o pão com 75% da substituição da gordura por mucilagem de chia seca a 50°C foi mais bem aceito pelos julgadores do que o com substituição de 100%. Além disso, 14,2% talvez comprariam/ talvez não comprariam e 4,7% provavelmente não comprariam.

5.4 BOLO DE CHOCOLATE ADICIONADO DE MUCILAGEM DE CHIA EM SUBSTITUIÇÃO A MARGARINA

5.4.1 Composição proximal

A Tabela 13 apresenta a composição proximal do bolo de chocolate controle e dos bolos de chocolate adicionados de mucilagem de chia pela substituição da margarina. Nos bolos com adição de mucilagem de chia, conforme foi aumentando o grau de substituição da gordura, maior foi o teor de umidade. O aumento da umidade pode estar associado a maior capacidade de absorção de água pela mucilagem de chia, tornando a massa do bolo mais úmida. Felisberto et al. (2015) estudaram os efeitos tecnológicos da adição de mucilagem de chia pela redução da gordura em 25, 50, 75 e 100% e encontraram a mesma relação citada. Em contrapartida a umidade, o teor de cinzas foi significativamente menor em todas as substituições da margarina pela mucilagem de chia.

O aumento da substituição da margarina pela mucilagem de chia proporcionou um aumento significativo no teor proteico. Um acréscimo de 32,2% ocorreu quando se utilizou mucilagem de chia liofilizada (CCM-100) e 22,7% com mucilagem de chia seca a 50°C (CCM-100), devido as mucilagens utilizadas apresentarem cerca de 8% de proteínas. Zavareze, Moraes e Salas-Mellado (2010) obtiveram um aumento de apenas 11,5% de proteínas em bolos utilizando soro de leite *in natura*, o qual apresentava 13,4% de proteínas. Borneo, Aguirre e León (2010) encontraram um conteúdo proteico menor quando foi feita a substituição dos ovos por mucilagem de chia em bolos, enquanto que quando foi testado a substituição do óleo, o conteúdo foi semelhante.

Para o conteúdo de lipídios, as formulações que tinham adição de mucilagem de chia e sem adição de gordura (CCM-100) obtiveram uma alta redução, de 68,5% quando foi utilizada mucilagem liofilizada e de 77,5% quando foi utilizada a mucilagem seca a 50°C. Zambrano et al. (2005), com substituição da gordura em bolos por goma guar e xantana, obteve uma redução da gordura de 60%. Crizel (2013) que estudou o efeito da adição de fibras provenientes dos subprodutos do processamento de suco de laranja na formulação de bolos obteve uma redução de 90% da gordura. Borneo, Aguirre e León (2010) conseguiram reduzir em 57% a gordura de bolos pela adição de gel chia, entretanto os bolos dessas formulações apresentaram menor volume específico, além de não serem bem aceitos sensorialmente. Estes resultados foram positivos já que cumpriram com um dos objetivos propostos, que era diminuir a fração lipídica do produto. Além disso, as propriedades

Tabela 13 - Composição proximal do bolo de chocolate controle e dos adicionados de mucilagem de chia em substituição a margarina adicionada.

Mucilagem	Bolo	Umidade (g.100g⁻¹)	Proteínas* (g.100g⁻¹)	Lipídios* (g.100g⁻¹)	Cinzas* (g.100g⁻¹)	Carboidratos* (g.100g⁻¹)	Valor calórico* (kcal.100g⁻¹)
	Controle	36,69 ± 0,42 ^{c,d}	7,44 ± 0,23 ^e	9,35 ± 0,09 ^a	1,99 ± 0,02 ^a	81,22	438,79
Liofilizada	CCM-25	34,72 ± 0,50 ^f	8,61 ± 0,13 ^{b,c}	7,58 ± 0,28 ^b	1,93 ± 0,05 ^a	81,88	430,18
	CCM-50	37,79 ± 0,26 ^{a,b}	8,37 ± 0,06 ^{c,d}	6,22 ± 0,06 ^d	1,71 ± 0,02 ^b	83,70	424,26
	CCM-75	36,42 ± 0,15 ^{d,e}	8,32 ± 0,47 ^{c,d}	4,86 ± 0,08 ^e	1,72 ± 0,02 ^b	85,10	417,42
	CCM-100	38,24 ± 0,06 ^a	9,84 ± 0,07 ^a	2,95 ± 0,04 ^g	1,66 ± 0,01 ^b	85,55	408,11
Seca a 50°C	CCM-25	35,73 ± 0,05 ^e	8,75 ± 0,01 ^{b,c}	7,65 ± 0,03 ^b	1,64 ± 0,03 ^b	81,96	431,69
	CCM-50	37,22 ± 0,22 ^{b,c}	7,87 ± 0,37 ^{d,e}	6,93 ± 0,00 ^c	1,71 ± 0,03 ^b	82,84	425,21
	CCM-75	36,50 ± 0,24 ^{c,d,e}	8,46 ± 0,32 ^{b,c,d}	4,52 ± 0,00 ^f	1,72 ± 0,06 ^b	85,30	415,72
	CCM-100	38,52 ± 0,23 ^a	9,13 ± 0,04 ^b	2,10 ± 0,14 ^h	1,70 ± 0,06 ^b	87,07	403,70

* Base seca.

CCM-25, CCM-50, CCM-75 e CCM-100: formulações com 25, 50, 75 e 100% de substituição da margarina por mucilagem de chia, respectivamente. Média de três valores com desvio padrão. Letras iguais na coluna indicam que não há diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey (p<0,05).

nutricionais foram melhoradas, como aumento do teor de proteínas, resultando em um produto saudável.

O valor calórico dos bolos com adição de mucilagem de chia foi menor que do bolo de chocolate controle, já que a parcela de lipídios diminuiu, e é a que mais contribui, pois apresenta coeficiente calórico de 9 kcal.g^{-1} , esta é menor comparada ao teor de carboidratos, que apresenta coeficiente calórico de 4 kcal.g^{-1} .

5.4.2 Características físicas e tecnológicas

A Tabela 14 apresenta os parâmetros de simetria, atividade de água (Aa), volume específico (VE), dureza e escore total para o bolo de chocolate controle e para os bolos e chocolate adicionados de mucilagem de chia.

Analisando a Tabela 14, percebe-se uma perda de simetria dos bolos com a substituição da gordura pela mucilagem de chia. O perfil de simetria desejado é quando o valor é zero, o qual está bem abaixo do que encontrado devido possivelmente à ação e quantidade de fermento e o efeito da adição da mucilagem (CARUSO, 2012).

Os valores de simetria foram maiores para CCM-75 liofilizada e seca a 50°C e menor para o bolo controle. Felisberto et al. (2015) encontraram bolos com índices positivos de simetria, entretanto os valores obtidos foram mais elevados do que relatados na literatura e nesse trabalho, além de que as maiores variações foram obtidas nos bolos produzidos com mucilagem de chia, por decorrência de os bolos apresentarem massas mais viscosas.

O volume específico dos bolos foi semelhante ao encontrado por Pizarro et al. (2013) e Felisberto et al. (2015). O volume específico mais elevado para a mucilagem liofilizada foi obtido com os níveis de substituição de margarina de 75% (CCM-75), enquanto que para a mucilagem seca a 50°C foi nos níveis de 25, 50 e 75%, em comparação com o bolo controle. Um dos efeitos mais conhecido das gorduras é a propriedade de promover a aeração da massa, o que influencia de maneira direta no volume do bolo, em razão a formação e estabilização da espuma (TUBARI; SUMNU; SAHIN, 2008). Entretanto o efeito proporcionado pela redução da gordura foi compensado pela adição da mucilagem de chia, obtendo um volume específico maior que o bolo de chocolate controle. A alta viscosidade desenvolvida pela adição de hidrocoloides pode acarretar na melhora da estabilidade durante o período de fermentação, no caso dos pães, e forneamento, resultando em um maior volume específico dos produtos de panificação (SHITTU; RASHIDAT; EVELYN, 2009).

Tabela 14 - Características físicas e tecnológicas do bolo de chocolate controle e dos bolos adicionados de mucilagem de chia em substituição a margarina adicionada.

Mucilagem	Bolo	Simetria (cm)	VE (cm ³ .g ⁻¹)	Dureza (N)	Aa	Escore total
	Controle	2,95±0,15 ^e	1,95±0,05 ^e	7,78±0,04 ^e	0,929±0,007 ^a	90,67±2,31 ^a
Liofilizada	CCM-25	3,73±0,06 ^{c,d}	2,05±0,08 ^{d,e}	7,90±0,22 ^{d,e}	0,910±0,004 ^c	81,33±2,31 ^b
	CCM-50	4,13±0,06 ^{b,c}	2,13±0,06 ^{b,c,d}	8,28±0,11 ^d	0,916±0,003 ^{b,c}	92,00±0,00 ^a
	CCM-75	4,70±0,10 ^a	2,22±0,04 ^{a,b}	9,36±0,15 ^c	0,921±0,001 ^{a,b}	88,00±0,00 ^a
	CCM-100	4,50±0,20 ^{a,b}	2,06±0,05 ^{c,d,e}	11,15±0,17 ^b	0,918±0,002 ^{b,c}	74,67±2,31 ^c
Seca a 50°C	CCM-25	4,13±0,29 ^{b,c}	2,29±0,02 ^a	6,93±0,05 ^f	0,917±0,004 ^{b,c}	92,00±0,00 ^a
	CCM-50	3,50±0,10 ^d	2,24±0,06 ^{a,b}	7,78±0,34 ^e	0,913±0,003 ^{b,c}	90,67±2,31 ^a
	CCM-75	4,67±0,25 ^a	2,19±0,04 ^{a,b,c}	9,13±0,12 ^c	0,920±0,001 ^{a,b}	88,00±0,00 ^a
	CCM-100	4,40±0,10 ^{a,b}	2,07±0,04 ^{c,d,e}	15,11±0,12 ^a	0,916±0,002 ^{b,c}	73,33±2,31 ^c

CCM-25, CCM-50, CCM-75 e CCM-100: formulações com 25, 50, 75 e 100% de substituição da margarina por mucilagem de chia, respectivamente. VE: volume específico; Aa: atividade de água. Média de três valores com desvio padrão. Letras iguais na coluna indicam que não há diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey (p<0,05).

Zambrano et al. (2005) verificaram que a substituição da gordura em bolos por goma guar e xantana não influenciou no volume específico dos mesmos. Entretanto, Crizel (2013) obteve um efeito negativo quanto ao volume específico conforme foi feita a redução da gordura e aumento da adição de fibras de subproduto do processamento de suco de laranja.

Pizarro et al. (2013) através do estudo da incorporação de diferentes quantidades de farinha de chia e gordura vegetal hidrogenada sobre a qualidade tecnológica de bolos, verificaram que à adição de farinha de chia diminui a quantidade de glúten presente na formulação e com isso ocorre a redução do volume específico. Além disso, os resultados obtidos reportaram que a incorporação de farinha de chia em bolos pode ter interferido na formação e na agregação de gordura em volta às bolhas de ar na massa.

Segundo Cauvain e Young (2009), a aeração proporcionada pela gordura é de vital importância no processo de fabricação de bolos. A estrutura da massa é formada durante o estágio de batimento, quando minúsculas bolhas de ar são incorporadas na massa e irão se expandir quando a temperatura aumenta, formando uma estrutura porosa tradicional. A gordura atua como um agente estabilizador, não permitindo que essas bolhas de ar se rompam e migrem para a superfície da massa, deixando o produto mais fácil de mastigar. Isto ocorre até o emprego de uma quantidade limite de gordura e, a partir desse ponto, a gordura passa a atuar como compactante, reduzindo o volume do produto, comportamento que não foi verificado no presente trabalho devido à capacidade emulsificante da mucilagem de chia.

Assim como no pão, a atividade de água foi menor em todas as substituições da gordura pela mucilagem de chia, devido à capacidade de absorção de água da mucilagem de chia, variando de 0,910 de 0,921. De acordo com Caruso (2012), a diminuição da atividade de água resulta em bolos menos macios, o que foi verificado nesse trabalho, já que nas formulações com menor atividade de água foi onde se obteve uma maior dureza.

Quanto ao escore total, este variou de 73,3 a 92,0. O bolo CCM-25 com adição de mucilagem liofilizada e o bolo CCM-100 para os dois tipos de mucilagem testados foram os que apresentaram as menores pontuações. O bolo CCM-100 apresentou paredes mais grossas, aspecto mais seco que os demais, já que a remoção total da gordura, muitas vezes, altera a textura, a leveza, o corpo e a suavidade do produto, e, além disso, coloração do miolo mais clara, resultando por consequência em pontuações menores. A formulação CCM-75 para ambos tipos de mucilagem foi a que não apresentou diferença significativa do bolo controle, entretanto algumas fatias dessa formulação, apresentavam grandes alvéolos que deixava a aparência irregular.

Considerando os parâmetros avaliados, a adição de mucilagem de chia aos bolos de chocolate, melhorou as características tecnológicas, principalmente nas adições inferiores (até 50%) da mucilagem nas duas formas de secagem.

5.4.3 Cor

A Tabela 15 apresenta a cor para a crosta e o miolo do bolo de chocolate controle e dos bolos de chocolate adicionados de mucilagem de chia pela substituição da margarina. A cor é uma das características mais importantes na aparência de um bolo, uma vez que esta aliada à textura e ao aroma, e contribui com a preferência do consumidor em relação ao produto (FELISBERTO et al., 2015). A obtenção de uma determinada cor é um parâmetro crítico em produtos forneados. Bolos com crosta muito clara ou muito escura estão associados a falhas no processamento e a temperatura elevada está aliada à presença de açúcares que aceleram a reação de Maillard e de caramelização, levando ao escurecimento progressivo da crosta e do miolo (ESTELLER; LANNES, 2005).

Valores de L^* mais altos foram obtidos para a crosta e para o miolo conforme foi realizada a substituição da margarina pela mucilagem de chia. Esta coloração pode ser consequência da utilização dos ingredientes da formulação com cor mais escura, como o chocolate em pó e da mucilagem de chia. Outros fatores que influenciam na cor é o menor teor de açúcares, ovos e chocolate em pó, fermento químico inadequado, temperatura baixa ou tempo insuficiente de cocção (ESTELLER; LANNES, 2005).

O parâmetro b^* , tanto para a crosta, quanto para o miolo, tendeu ao amarelo. Maiores valores de a^* indicam coloração mais escura, tendendo ao vermelho. Os menores valores de a^* e b^* para a crosta e o miolo foram obtidos no maior grau de substituição da margarina (BCM-100). Em relação aos valores do ângulo Hue, estes variam de 48,64 a 54,61, encontrando-se entre a cor púrpura e amarela.

Kim et al. (2001) observaram que a substituição da fase gordurosa de bolos tipo pão-de-ló, por dextrinas, ocasionam a redução nos valores de L^* , a^* e b^* , diferentemente do que foi encontrado nesse trabalho. Esteller, Zancanaro Jr e Lannes (2006) formularam bolos de chocolate produzidos com pó de cupuaçu e kefir e também encontraram valores menores que 50 para a coordenada L^* e valores positivos de cromaticidade a^* e b^* . Além disso, os autores estudaram a coloração de diferentes bolos de chocolate comerciais, os quais apresentaram uma luminosidade entre 40,8 e 54,6, e sugeriram que para se obter uma cor mais escura poderia ser feita combinação de cacau ou cupuaçu com maior grau de alcalinização.

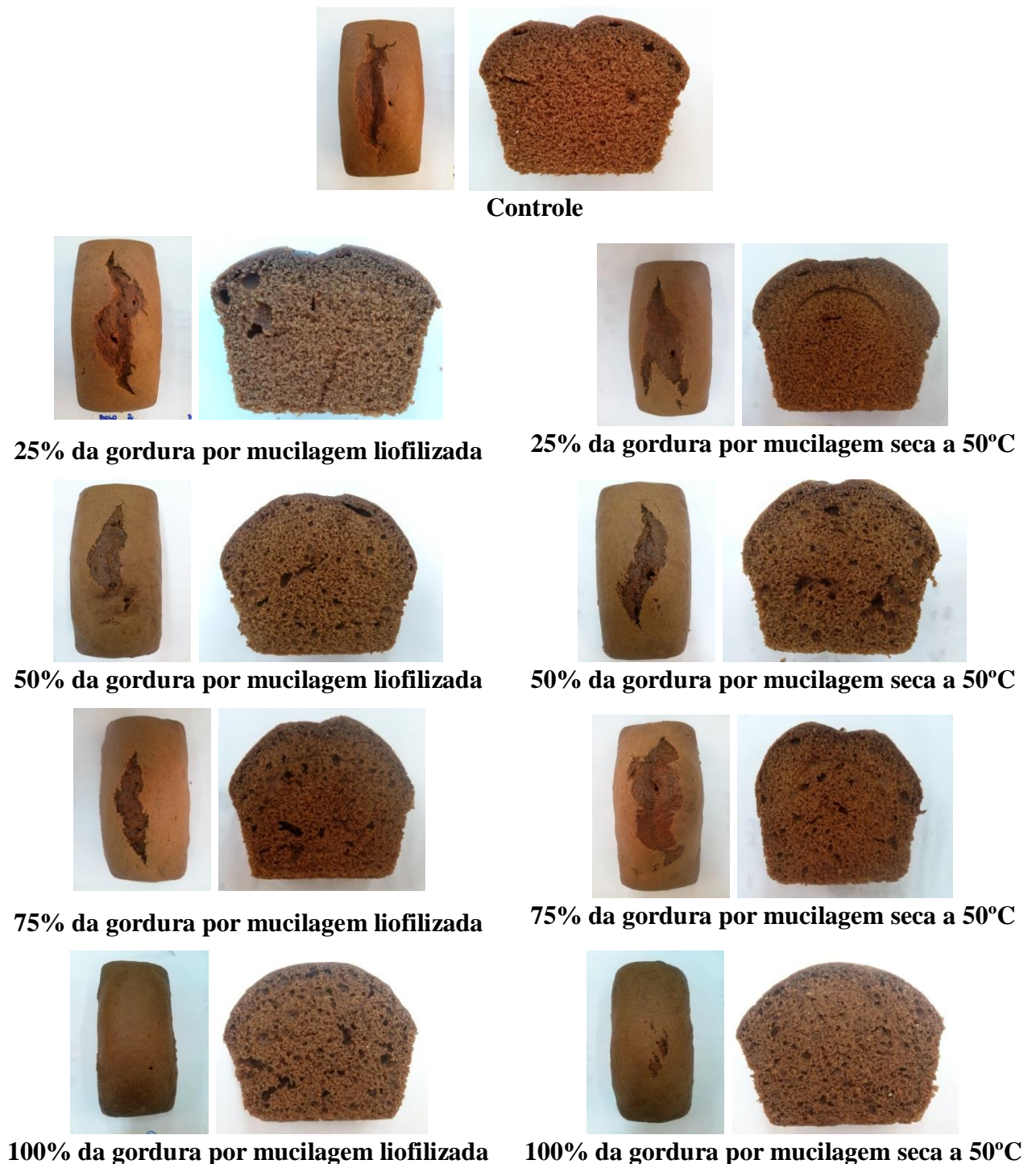
Tabela 15 - Parâmetros de cor para o bolo de chocolate controle e para os adicionados de mucilagem de chia em substituição a margarina adicionada.

Mucilagem	Bolo	CROSTA				MIOLO			
		L*	a*	b*	h (°)	L*	a*	b*	h (°)
	Controle	27,28 ± 1,25 ^e	11,69 ± 0,33 ^d	14,93 ± 0,24 ^c	51,94	25,75±0,85 ^f	14,20±0,38 ^c	19,71±0,22 ^{b,c}	54,23
Liofilizada	CCM-25	39,79 ± 1,11 ^a	13,38 ± 0,73 ^a	15,20 ± 0,71 ^c	48,64	25,46±0,81 ^f	14,44±0,16 ^c	19,07±0,24 ^c	52,86
	CCM-50	33,60 ± 0,21 ^d	12,51 ± 0,37 ^{a,b,c,d}	14,71 ± 0,25 ^c	49,62	30,07±0,55 ^{a,b,c}	15,43±0,23 ^b	20,23±0,09 ^b	52,66
	CCM-75	39,70 ± 1,78 ^{a,b}	13,28 ± 0,12 ^{a,b}	17,33 ± 0,38 ^b	52,54	29,34±0,44 ^{b,c,d}	15,22±0,06 ^b	19,62±0,33 ^{b,c}	52,20
	CCM-100	36,61 ± 1,49 ^{b,c,d}	11,82 ± 0,31 ^d	14,52 ± 0,33 ^c	50,82	28,33±0,53 ^{d,e}	13,50±0,12 ^d	16,53±0,07 ^e	50,76
Seca a 50°C	CCM-25	38,66 ± 1,31 ^{a,b,c}	13,05 ± 0,37 ^{a,b,c}	18,37 ± 0,22 ^a	54,61	31,51±0,25 ^a	16,29±0,21 ^a	21,95±0,30 ^a	53,42
	CCM-50	36,37 ± 0,26 ^{c,d}	12,42 ± 0,25 ^{a,b,c,d}	16,73 ± 0,08 ^b	53,41	30,56±0,35 ^{a,b}	15,42±0,12 ^b	20,24±0,04 ^b	52,70
	CCM-75	39,60 ± 0,40 ^{a,b}	12,30 ± 0,15 ^{b,c,d}	16,92 ± 0,27 ^b	53,98	28,84±0,27 ^{c,d,e}	14,50±0,26 ^c	17,87±0,36 ^d	50,94
	CCM-100	37,39 ± 0,68 ^{a,b,c}	12,14 ± 0,14 ^{c,d}	14,56 ± 0,34 ^c	50,18	27,72±0,59 ^e	13,50±0,10 ^d	17,11±0,10 ^e	51,72

CCM-25, CCM-50, CCM-75 e CCM-100: formulações com 25, 50, 75 e 100% de substituição da margarina por mucilagem de chia, respectivamente. L* = luminosidade; a* e b* = cromas; h = ângulo Hue. Média de três valores com desvio padrão. Letras iguais na coluna indicam que não há diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey (p<0,05).

Neste trabalho foi obtida uma coloração mais escura com a adição de mucilagem de chia. Pizarro et al. (2013) observaram uma redução dos valores de todos os parâmetros de cor avaliados em bolos com adição de farinha de chia, a qual, provavelmente por causa da sua cor, tornou a cor do miolo mais escura. A Figura 9 apresenta os bolos de chocolate desenvolvidos nesse estudo.

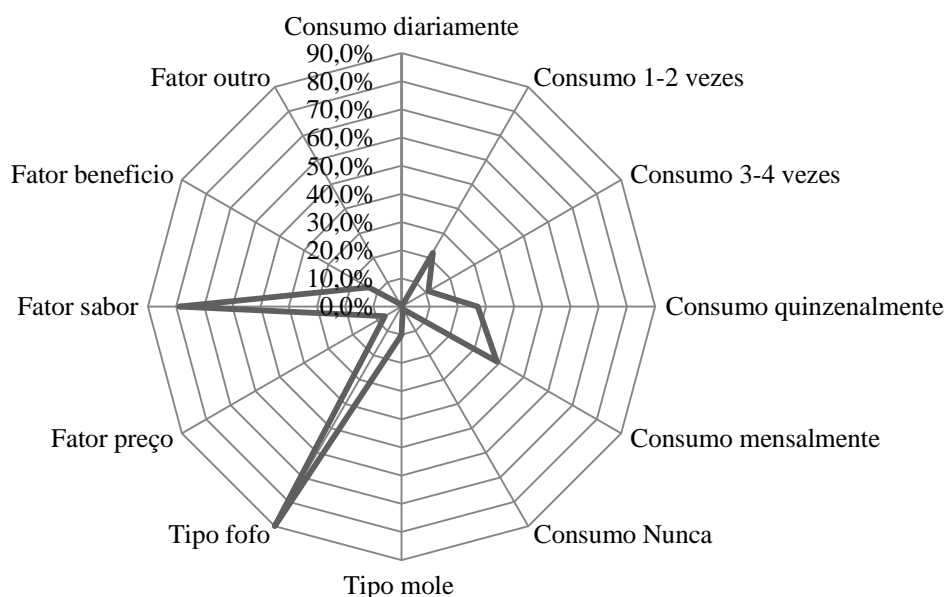
Figura 9 - Fotografias dos bolos de chocolate desenvolvidos nesse estudo.



5.4.4 Análise sensorial

A maior parte dos consumidores foi do sexo feminino (65,0%) e com faixa etária entre 18 e 35 anos (81,0%), de um total de 100 julgadores. A Figura 10 apresenta as respostas do questionário entregue juntamente com a ficha de avaliação a fim de traçar um perfil dos julgadores.

Figura 10 - Gráfico do perfil dos participantes da pesquisa.



Verificou-se que o consumo de bolo de chocolate ocorre em sua maioria mensalmente (39,0%), sendo que apenas 27,0% consomem bolo de chocolate a cada 15 dias, 22,0% de 1 a 2 vezes por semana, 11,0% de 3 a 4 vezes por semana e 1% nunca consome. E, além disso, foi verificado que os consumidores não apresentam o hábito de consumir bolo de chocolate diariamente. A preferência é que o bolo seja fofo (90,0%). Em relação ao que influencia durante a compra do bolo de chocolate, o fator mais decisivo para os consumidores é o sabor, com 78,8%. Posteriormente, com 13,5% está associado à compra de bolo de chocolate com relação ao benefício que pode proporcionar para a saúde, seguido de 6,7% dos consumidores que compram o bolo de chocolate de acordo com o preço e 1,0% compram bolo de chocolate por algum outro fator, como aparência e proximidade para a compra. Logo, assim como no pão, percebe-se que os consumidores buscam sempre um alimento saboroso, e que de alguma maneira possa proporcionar um benefício fisiológico adicional.

Associando todas as características obtidas, foi escolhida para a realização da análise sensorial a formulação CCM-75 com mucilagem de chia seca a 50°C e liofilizada, pois além de apresentar uma redução significativa da gordura, foi à formulação que apresentou as propriedades físicas e tecnológicas semelhantes a bolo controle. A Tabela 16 apresenta os resultados da análise de variância dos dados coletados na análise sensorial dos bolos de chocolate com 75% da margarina por mucilagem de chia liofilizada e seca a 50°C.

Tabela 16 – Notas da avaliação sensorial de cada parâmetro para a substituição da margarina por mucilagem de chia liofilizada e seca a 50°C.

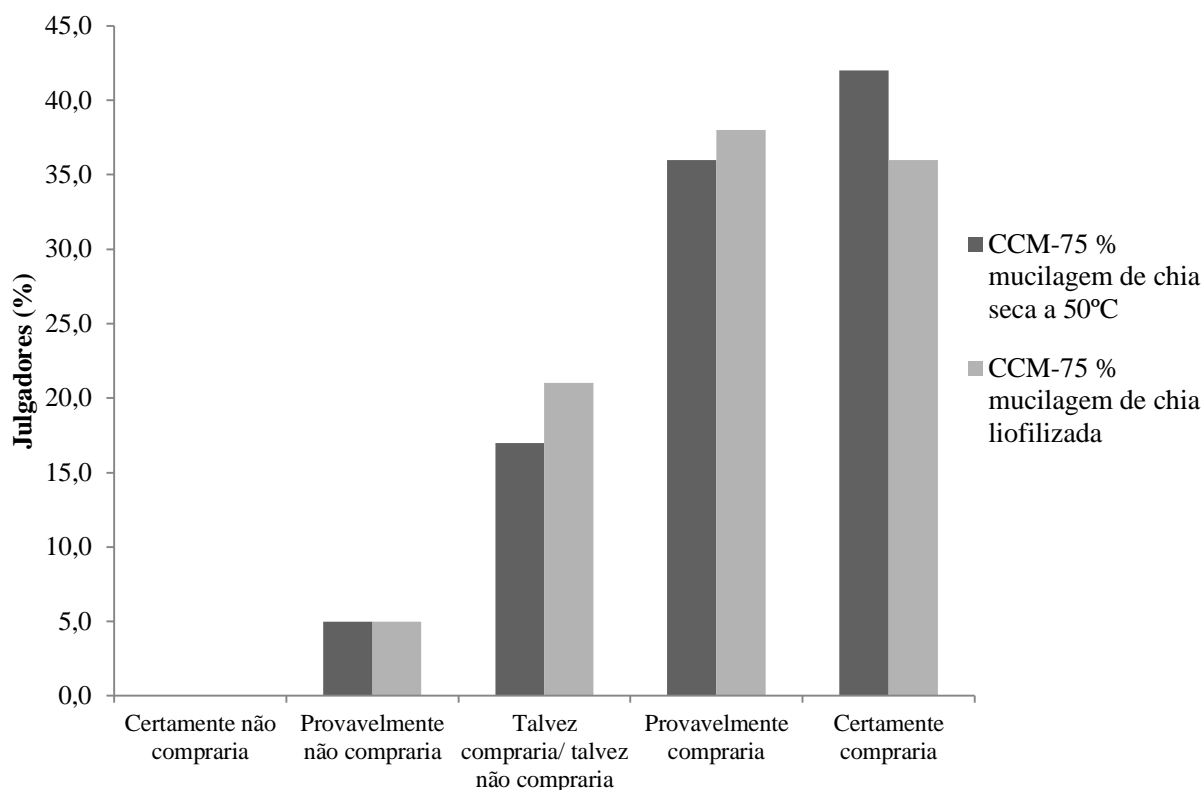
Bolo com substituição da margarina pela adição de mucilagem de chia				
Parâmetro	CCM-75 liofilizada		CCM-75 seca a 50°C	
	Notas	IA	Notas	IA
Aparência	7,54 ± 1,31 ^a	-	7,57 ± 1,37 ^a	-
Cor da casca	7,67 ± 1,27 ^a	-	7,62 ± 1,24 ^a	-
Cor do miolo	7,62 ± 1,20 ^a	-	7,59 ± 1,21 ^a	-
Odor	7,66 ± 1,26 ^a	-	7,67 ± 1,29 ^a	-
Textura	7,56 ± 1,37 ^a	-	7,61 ± 1,32 ^a	-
Sabor	7,85 ± 1,20 ^a	-	7,89 ± 1,08 ^a	-
Qualidade global	7,76 ± 1,09 ^a	86,2	7,83 ± 1,02 ^a	87,0

CCM-75: formulação com 75% de substituição da margarina por mucilagem de chia. IA: índice de aceitabilidade. Média de três valores com desvio padrão. Letras iguais na linha indicam que não há diferença significativa entre as médias ($p < 0,05$).

Através da Tabela 16 é possível perceber que em todos os parâmetros avaliados, não houve diferença significativa sobre a formulação CCM-75 utilizando mucilagem de chia liofilizada e seca a 50°C, evidenciando que o tipo da mucilagem utilizada não interferiu nas respostas dos parâmetros sensoriais.

Todos os atributos obtiveram nota entre 7 e 8, demonstrando que os bolos de chocolate foram avaliados como “gostei moderadamente”. O índice de aceitação (IA) foi maior que 83%, semelhante ao encontrado para os pães com mucilagem de chia, o que remete que os bolos sejam considerados como aceitos, já que segundo Spehar e Santos (2002), é necessário que se obtenha um IA de no mínimo 70% para que o produto alimentício seja aceito. A Figura 11 apresenta os resultados para intenção de compra dos bolos de chocolate com 75% da margarina substituída por mucilagem de chia seca a 50°C e liofilizada.

Figura 11 - Intenção de compra (%) dos bolos de chocolate desenvolvidos com mucilagem de chia liofilizada e seca a 50°C.



De acordo com a Figura 11, as duas amostras de bolos de chocolate adicionados de mucilagem de chia apresentaram atitude positiva de compra. Para a formulação CCM-75 com mucilagem de chia seca a 50°C, 42,0% certamente comprariam e 36,0% provavelmente comprariam, o que totaliza 78,0%, e 17,0% talvez comprariam/ talvez não comprariam e apenas 5,0% provavelmente não comprariam. Já a formulação CCM-75 com mucilagem de chia liofilizada cerca de 36,0% dos consumidores certamente comprariam o produto e 38,0% provavelmente comprariam, totalizando 74,0% dos consumidores. Além disso, 21,0% talvez comprariam/ talvez não comprariam e 5,0% provavelmente não comprariam. Por mais que o consumo de bolo de chocolate por parte dos julgadores seja baixa, o resultado obtido para a intenção de compra foi muito satisfatório, apresentando um valor semelhante para os dois tipos de mucilagem de chia.

5.5 MAIONESE ADICIONADA DE MUCILAGEM DE CHIA

5.5.1 Testes preliminares

A fim de se verificar se as mucilagens de chia secas de diferentes formas tinham influência sobre as propriedades da maionese, foi testada a substituição de 15% do óleo por mucilagem e analisada a textura do produto. A Tabela 17 apresenta os parâmetros obtidos através da análise das maioneses em texturômetro.

Tabela 17 - Parâmetros da análise de textura para as diferentes maioneses.

	Controle	MCM-15 com mucilagem de chia liofilizada	MCM-15 com mucilagem de chia seca a 50°C
Firmeza (g)	140,41	130,79	105,38
Consistência (g.sec)	4803,65	4368,16	3529,2
Coesividade (g)	-151,86	-131,97	-107,76

MCM-15: formulações com 15% de substituição do óleo por mucilagem de chia.

Observando a Tabela 17, é possível visualizar que os parâmetros da maionese adicionada de mucilagem liofilizada (ML) foi a que mais se aproximou dos parâmetros da maionese controle, devido ao fato que a mucilagem liofilizada apresentou maior capacidade emulsificante que a mucilagem seca a 50°C.

A firmeza é um indicativo da resistência da amostra à penetração da sonda. A firmeza das maioneses adicionadas de mucilagem de chia foi, dentre os parâmetros analisados, a que apresentou diferença menor com a maionese controle. A consistência é obtida pela integral da área do gráfico formada pela força *versus* a distância ate a máxima força observada e esta associada, por exemplo, inserção de uma colher dentro de um pote de maionese (RODRIGUES, 2011). Em virtude dos resultados de textura, para a continuação desde trabalho, foi escolhida para os demais testes a mucilagem seca pelo processo de liofilização.

5.5.2 Substituição do óleo por mucilagem de chia

5.5.2.1 Textura

A Tabela 18 apresenta os parâmetros de textura para as maioneses controle e para as substituídas do óleo por mucilagem de chia liofilizada. A firmeza mostra a resistência da amostra a penetração da sonda e será maior quanto maior for a força necessária para a penetração. As maioneses com adição da mucilagem apresentaram aumento significativo da firmeza, que pode ser ocasionada pelo tamanho e uniformidade dos glóbulos de óleo e viscosidade da mucilagem de chia quando reidratada.

Tabela 18 - Parâmetros de textura para a maionese controle e maionese adicionada de mucilagem de chia pela substituição do óleo.

	Firmeza (g)	Consistência (g.sec)	Coesividade (g)	Índice de viscosidade (g.sec)
Controle	67,49 ± 6,11 ^c	2961,37 ± 296,39 ^c	-71,33 ± 8,00 ^a	-291,47 ± 27,68 ^a
MCM-15	232,56 ± 9,73 ^a	10348,76 ± 487,37 ^a	-254,59 ± 8,21 ^c	-1061,83 ± 35,04 ^c
MCM-25	248,02 ± 3,24 ^a	10837,97 ± 160,69 ^a	-270,06 ± 7,89 ^c	-1082,62 ± 4,58 ^c
MCM-35	209,04 ± 12,61 ^b	7757,15 ± 593,59 ^b	-198,85 ± 8,21 ^b	-1030,22 ± 66,40 ^c
MCM-45	204,69 ± 10,37 ^b	7822,70 ± 216,48 ^b	-193,88 ± 0,54 ^b	-917,81 ± 1,42 ^b
Comercial Pote	234,63 ± 3,57 ^a	10012,48 ± 156,48 ^a	-261,69 ± 10,34 ^c	-1014,55 ± 36,62 ^c
Comercial Sachê	254,08 ± 0,11 ^a	10414,05 ± 140,20 ^a	-269,53 ± 11,78 ^c	-1013,61 ± 2,31 ^c

MCM-15, MCM-25, MCM-35 e MCM-45: formulações com 15, 25, 35 e 45% de substituição do óleo por mucilagem de chia liofilizada, respectivamente. Média de três valores com desvio padrão. Letras iguais na coluna indicam que não há diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey (p<0,05).

A consistência e a coesividade apresentaram tendências similares à firmeza. A firmeza revela as propriedades sólidas da maionese, e a coesividade e consistência, as propriedades de viscosidade (LI et al., 2014). A consistência é obtida pela integral da área do gráfico formada pela força *versus* a distância até a máxima força observada e está associada, a inserção de uma colher dentro de um pote de maionese (RODRIGUES, 2011).

As formulações MCM-15 e MCM-25 apresentaram todos os parâmetros de textura estatisticamente iguais à amostra comercial, tanto a disponibilizada em embalagem do

tipo pote, como em embalagem do tipo sachê. Logo, a partir de 25% de substituição do óleo por mucilagem de chia, as propriedades de textura da maionese são reduzidas, em relação à amostra comercial.

A grande quantidade de óleo adicionada à formulação de maionese é o que garante a sua alta viscosidade, e quanto maior for à quantidade de óleo adicionada, maior a quantidade de gotículas formadas, as quais irão ocupar mais espaço na fase aquosa, obstruindo e dificultando o escoamento (TOLEDO, 2007). Percebe-se que o índice de viscosidade foi estatisticamente igual para as formulações MCM-15, MCM-25, MCM-35 e as maioneses comerciais, que, por sua vez, foram menores que a maionese controle.

Liu, Xu e Guo (2007) observaram que os parâmetros de textura (firmeza, coesividade e consistência) foram semelhantes entre a maionese com alto teor de lipídio e maionese adicionada de géis fracos de pectina, e significativamente maior do que encontrado com gel de micropartículas de pectina e com a combinação das micropartículas. Amim et al. (2014) também verificaram um aumento nos parâmetros de textura em maioneses com redução do teor de lipídio pela adição de diferentes tipos e concentrações de hidrocoloides.

Em virtude, dos parâmetros de textura diminuírem a partir da formulação MCM-35, e esta ser estatisticamente igual à MCM-45, em relação a maionese comercial, e aliando este fator ao que desejasse obter um produto semelhante ao encontrado comercialmente, mas mais saudável, não foram testados graus maiores de substituição do óleo pela mucilagem de chia.

5.5.2.2 Composição proximal e características tecnológicas e físicas das maioneses

A Tabela 19 apresenta a composição proximal, valor calórico, atividade de água, estabilidade e parâmetros de cor para a maionese controle, das maioneses com substituição do óleo adicionado pela mucilagem de chia liofilizada e da maionese comercial. Analisando os resultados, pode-se notar que a umidade foi maior à medida que foi realizada a substituição do óleo, variando de 14,20 a 46,76%. O aumento da umidade foi ocasionado porque ocorreu uma adição maior de água nessas formulações e, além disso, a mucilagem presente possui uma alta capacidade de retenção e absorção de água. A maionese comercial foi a que apresentou o maior teor de umidade, de 57,64%, valor semelhante ao apresentado por Lima et al. (2011),

Tabela 19 - Composição proximal, valor calórico, atividade de água, estabilidade e parâmetros de cor da maionese controle, maioneses com substituição do óleo e adicionadas de mucilagem de chia e da maionese comercial.

Parâmetro	Controle	MCM-15	MCM-25	MCM-35	MCM-45	Comercial
Umidade	14,20 ± 0,18 ^f	26,87 ± 0,35 ^c	33,65 ± 0,30 ^d	39,69 ± 0,31 ^c	46,76 ± 0,25 ^b	57,64 ± 0,03 ^a
Proteína*	2,73 ± 0,01 ^c	4,19 ± 0,31 ^a	3,68 ± 0,15 ^{a,b}	3,70 ± 0,29 ^{a,b}	3,32 ± 0,26 ^{b,c}	0,50 ± 0,01 ^d
Lipídios*	78,07 ± 0,49 ^a	65,18 ± 0,37 ^b	58,97 ± 0,16 ^c	50,96 ± 0,37 ^d	38,36 ± 0,72 ^e	24,97 ± 0,40 ^f
Cinzas*	0,08 ± 0,01 ^e	7,36 ± 0,03 ^d	8,50 ± 0,40 ^c	9,46 ± 0,30 ^b	10,32 ± 0,01 ^a	10,56 ± 0,34 ^a
Carboidratos*	19,12	23,27	28,85	35,88	48,00	63,97
Valor calórico*	790,03	696,18	660,85	616,96	550,52	482,61
Aa	0,908 ± 0,037 ^b	0,951 ± 0,001 ^a	0,952 ± 0,001 ^a	0,949 ± 0,001 ^a	0,949 ± 0,001 ^a	0,956 ± 0,000 ^a
Estabilidade (%)	35,14 ± 0,77 ^d	99,01 ± 0,57 ^{a,b}	97,62 ± 0,32 ^c	98,71 ± 0,21 ^{b,c}	99,74 ± 0,03 ^{a,b}	100,00 ± 0,00 ^a
L**	79,95 ± 1,07 ^c	70,05 ± 0,45 ^d	85,54 ± 1,52 ^b	86,43 ± 0,28 ^b	86,30 ± 1,07 ^b	91,44 ± 0,46 ^a
a**	-1,01 ± 0,50 ^c	-3,25 ± 0,03 ^d	-2,87 ± 0,01 ^d	0,25 ± 0,05 ^b	0,56 ± 0,18 ^{a,b}	1,05 ± 0,04 ^a
b**	37,72 ± 1,46 ^a	20,80 ± 0,15 ^d	21,30 ± 0,09 ^d	25,37 ± 0,17 ^c	28,46 ± 0,17 ^b	22,09 ± 0,08 ^d
h (°)	88,46	81,12	82,32	89,43	88,87	87,37

*Base seca.

MCM-15, MCM-25, MCM-35 e MCM-45: formulações com 15, 25, 35 e 45% de substituição do óleo por mucilagem de chia liofilizada, respectivamente. Aa = atividade de água; L** = luminosidade; a** e b** = cromas; h = ângulo Hue. Média de três valores com desvio padrão. Letras iguais na linha indicam que não há diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey (p<0,05).

de 58,4% para maionese tradicional industrializada com ovos. Amim et al. (2014) relatam que o teor de água é considerado um elemento-chave quando se realiza a substituição da gordura usando substitutos à base de carboidratos, pois a água forma um gel com a estrutura do hidrocoloide, o que aumenta a textura da maionese.

Assim como foi obtido com os bolos adicionados de mucilagem de chia, o teor de proteínas foi maior nas maioneses com adição da mucilagem de chia, sendo a maionese comercial a com menor conteúdo de proteína. Ocorreu um acréscimo de 53,4% quando se realizou a substituição de 15%, em comparação ao controle, devido à mucilagem de chia liofilizada apresentar cerca de 8% de proteínas. Conforme aumentou o grau de substituição do óleo por mucilagem, o aumento do teor proteico foi decrescendo, isto porque, o conteúdo de carboidratos, representado pelas fibras da mucilagem, foi sendo maior. O baixo teor proteico da maionese comercial se deve ao fato que a maior parte dos ingredientes é óleo e água.

Quanto ao teor lipídico, a maior redução foi na formulação MCM-45, com redução de 50,8% em relação à maionese controle. Resultado semelhante foi obtido por Liu, Xu e Guo (2007), que desenvolveram maioneses com redução de 50,0% do teor lipídico pela adição de simuladores lipídicos (*fat mimetics*). A formulação MCM-15 promoveu uma redução de 16,5% dos lipídios em relação à maionese controle, a formulação MCM-25 foi de 24,4% e a formulação MCM-35 foi de 34,7%. A maionese comercial apresentou menor conteúdo lipídico porque a formulação é diferente da formulação testada nesse trabalho, com teor de carboidratos maior.

À medida que foi realizada a substituição, o teor de cinzas foi maior, diferentemente do que ocorreu com o pão e o bolo. Isto porque a mucilagem de chia contém em torno de 10% de cinzas, e como a quantidade adicionada de mucilagem foi muito maior da adicionada nos pães e bolos, para promover o mesmo efeito do óleo, a substituição incidiu em um aumento no teor de cinzas das maioneses.

O valor calórico diminuiu com a substituição do óleo pela mucilagem, já que a parcela que mais contribui ao valor calórico, nesse caso, é os lipídios, que apresentam coeficiente calórico de 9 kcal.g^{-1} , já os carboidratos e as proteínas, apresentam coeficiente calórico de 4 kcal.g^{-1} . De acordo com Lima et al. (2011), a maionese tradicional com ovos apresenta $302,00 \text{ kcal.g}^{-1}$. Liu, Xu e Guo (2007) também obtiveram menores valores calóricos com a substituição do conteúdo lipídico, obtendo um valor calórico de $385,71 \text{ kcal.g}^{-1}$, o que resultou em 48,8% do valor calórico em relação à maionese controle ($754,38 \text{ kcal.g}^{-1}$).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 1998), tendo como referência o *Codex Alimentarius*, define como alimento *light*, aquele que possui uma

redução de pelo menos 25% do total calórico da sua fórmula original, seja pela redução de gordura, açúcar, dentre outros. Esses alimentos são ingeridos por indivíduos que buscam a perda de peso, já que o valor calórico diário irá diminuir.

A atividade de água das maioneses adicionadas de mucilagem de chia foi significativamente igual a da maionese comercial, e maior que a maionese controle. A atividade de água está relacionada com a intensidade que a água se associa a diferentes componentes não aquosos, logo, a interação da fase aquosa ocorreu durante a formação da emulsão, era esperado que os valores de atividade de água não variassem. Su et al. (2010) obtiveram uma atividade de água de 0,945 para a maionese controle, 0,982 para maionese com fibra de cítrico e goma guar e 0,984 para maionese com goma xantana e goma guar, os quais são levemente superiores do que encontrado nesse trabalho.

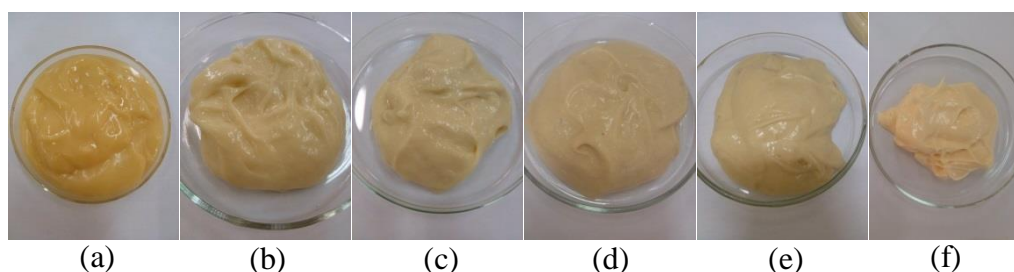
A estabilidade da emulsão é um parâmetro importante, pois está associada à prevenção da coalescência das gotas de óleo, de floculação e formação do creme. A estabilidade da maionese controle apresentou uma estabilidade muito menor que as demais maioneses, devido à coalescência das gotículas de óleo, entretanto a adição da mucilagem de chia promoveu a estabilização das maioneses. Mun et al. (2009) relatam que produtos com baixo teor de gordura, a formação do creme é evitada por adição de um agente espessante, como gomas e amidos. O uso de aditivos contribui para a firmeza e resistência das emulsões ao calor, por isso a maionese comercial apresentou 100% de estabilidade, já que em sua composição apresenta amido modificado e estabilizante goma xantana. Além disso, a produção de maionese comercial utiliza homogeneizador de alta velocidade, de modo que o tamanho do glóbulo da gordura resultante é menor do que quando é utilizada batedeira planetária de nível laboratorial.

Depree e Savage (2001) relatam que muitos fatores podem contribuir para a instabilidade de emulsões. A gema de ovo congelada ou seca podem perder componentes das suas estruturas, não promovendo uma emulsão tão eficaz como gema de ovo líquida. Além disso, a quantidade de sal e sacarose adicionados, a concentração e a pureza do óleo, o pH da emulsão e adição de especiarias, como a mostarda, também influenciam na estabilidade.

Utpott (2012) obteve uma maior estabilidade quando, em uma redução de 10% do óleo, foi adicionada mucilagem de chia liofilizada e amido modificado. A estabilidade aumentou de 44,5% (maionese controle) para 96,1% com adição de mucilagem e amido modificado. Neste trabalho, houve um aumento da estabilidade em um valor maior do que obtidos pelo autor, sem a necessidade de adicionar outro agente espessante.

A partir dos resultados estatísticos da cor, percebe-se que os resultados apresentaram ângulo Hue próximo a 90° , corroborando para a coloração amarela, assim como o parâmetro b^* , que se apresentou positivo em todas as formulações. Quanto à luminosidade, está foi diretamente proporcional ao aumento da umidade. Já o parâmetro a^* , tendeu ao verde para a maionese controle e as maioneses MCM-15 e MCM-25, e ao vermelho para as maionese MCM-35 e MCM-45, pelo aumento da quantidade de mucilagem de chia adicionada. A Figura 12 apresenta as maioneses com substituição do óleo desenvolvidas nesse estudo.

Figura 12 - Fotografias da maionese controle (a), as maioneses com substituição de (b) 15% (c) 25%, (d) 35% e (e) 45% do óleo e a maionese comercial (f).

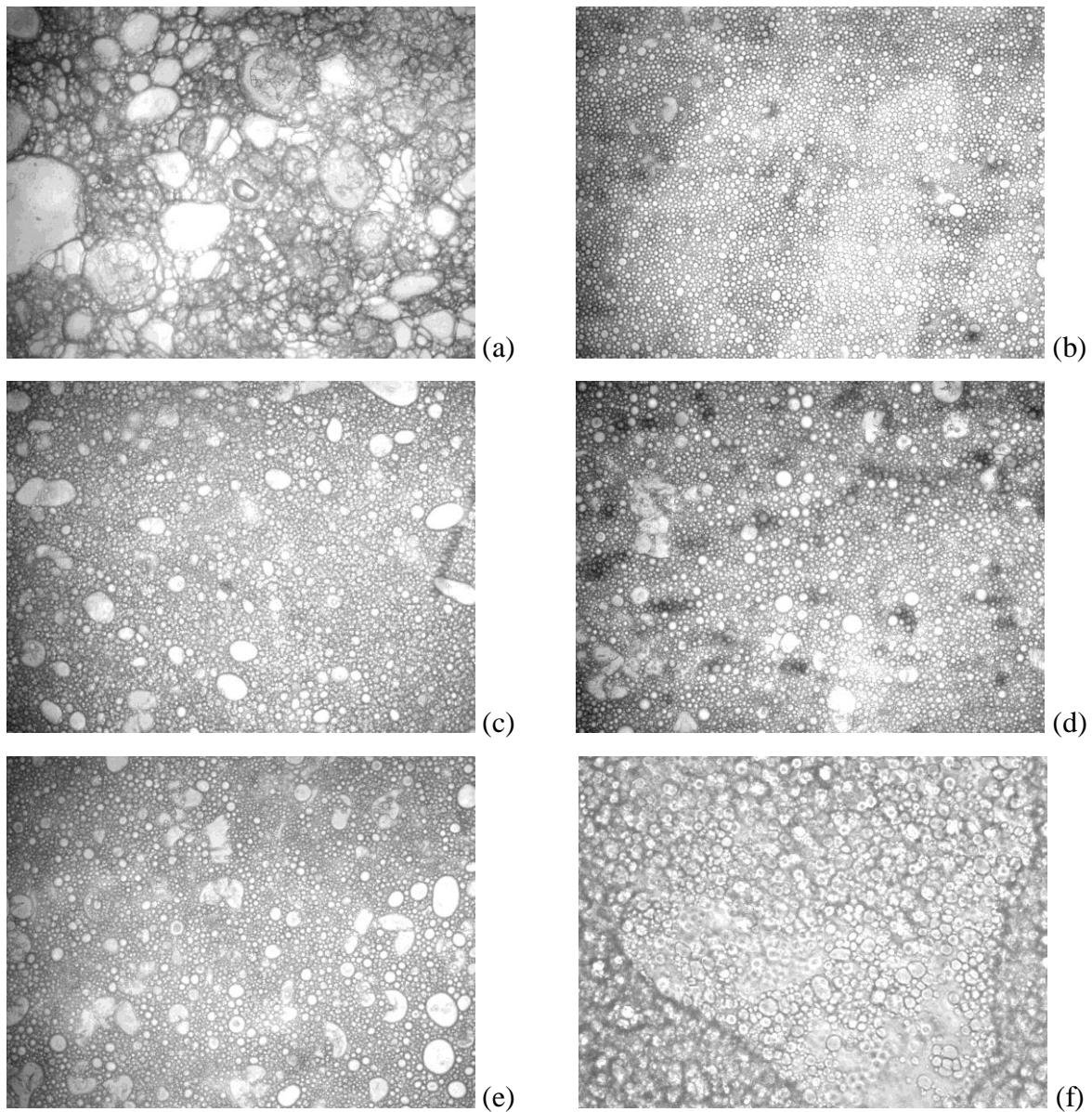


5.5.2.3 Microscopia ótica

A Figura 13 apresenta as micrografias das maioneses desenvolvidas, podendo dessa forma, visualizar as diferenças de tamanho e uniformidade das gotículas de óleo.

Na Figura 13(a) é possível visualizar as gotículas de óleo, que incidiram na baixa estabilidade da maionese controle, possivelmente pela formulação e modo de preparo. As maioneses com adição de mucilagem apresentaram uma distribuição irregular das gotículas de óleo, com aumento do tamanho associado ao aumento do grau de substituição. Enquanto que, a maionese comercial, devido ao processo de produção da maionese, apresentou gotículas pequenas, garantindo a sua alta estabilidade.

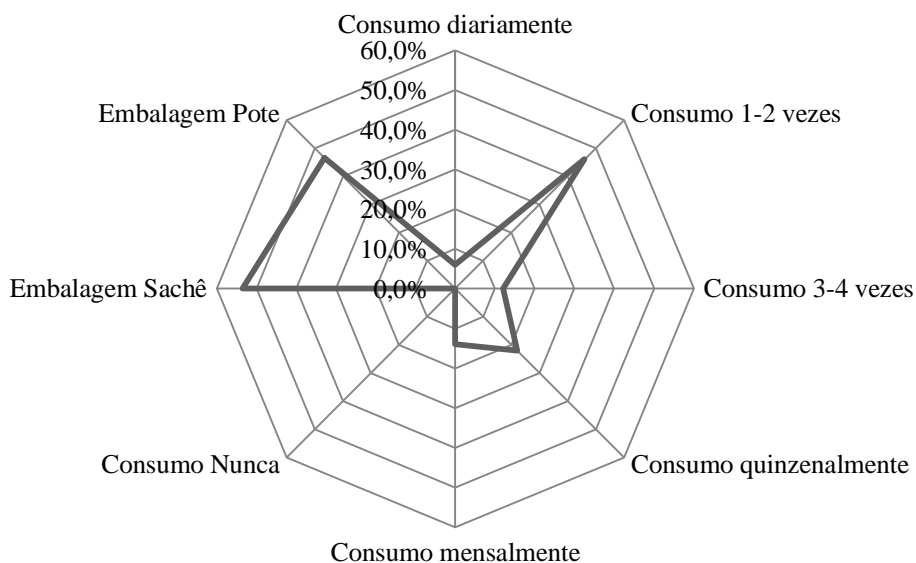
Figura 13 - Micrografias da maionese controle (a), das maioneses com substituição do óleo (b)15%, (c) 25%, (d) 35% e (e) 45% por mucilagem de chia liofilizada, e da maionese comercial (f), com ampliação de x100.



5.5.2.4 Análise sensorial

A maior parte dos consumidores foi do sexo feminino (82,4%) e com faixa etária entre 18 e 35 anos (82,4%), de um total de 50 julgadores. A Figura 14 apresenta as respostas do questionário entregue juntamente com a ficha de avaliação a fim de traçar um perfil dos julgadores.

Figura 14 - Gráfico do perfil dos participantes da pesquisa.



Pela Figura 14, verificou-se que o consumo de maionese ocorre na sua maioria de 1 a 2 vezes por semana (46,0%), sendo que 22,0% consomem a cada 15 dias, 14,0% mensalmente, 12,0% de 3 a 4 vezes por semana e 6% consomem diariamente. Em relação pela preferência do tipo de embalagem da maionese, a do tipo sachê apresentou uma preferência de 53,4% e a do tipo pote de 46,6%. O tipo da embalagem está intimamente ligado à preferência de cada consumidor, uma vez que nesse trabalho foi verificado que os parâmetros de textura são estatisticamente iguais para as maioneses contidas nas duas embalagens.

Associando todas as características obtidas, foram escolhidas para a realização da análise sensorial a formulação MCM-35 e MCM-45 com mucilagem de chia liofilizada, pois além de apresentar uma redução significativa da gordura, apresentaram leve redução dos parâmetros de textura em relação à maionese comercial. A Tabela 20 apresenta os resultados da análise de variância dos dados coletados na análise sensorial das maioneses com 35 e 45% da substituição do óleo por mucilagem de chia liofilizada.

Através da Tabela 20 é possível perceber que apenas o sabor diferiu significativamente entre as duas amostras, sendo que a amostra com menos adição de mucilagem (MCM-35) apresentou uma maior nota. Isto mostra que a mucilagem de chia quando utilizada na substituição de óleo em maionese interfere apenas no sabor, mantendo a intensidade dos demais parâmetros.

Tabela 20 – Notas da avaliação sensorial de cada parâmetro para a substituição do óleo por mucilagem de chia liofilizada em maionese.

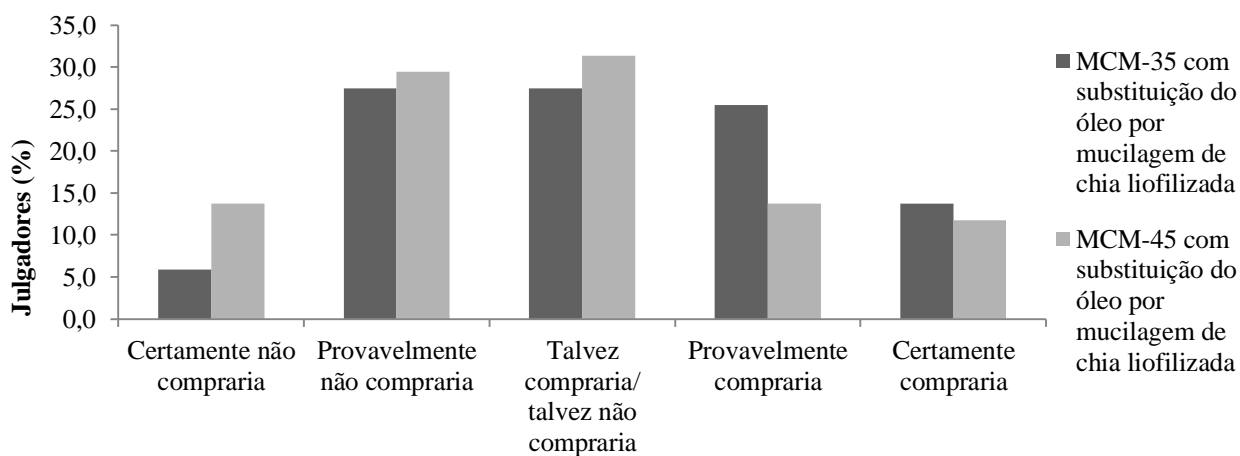
Maionese com substituição do óleo pela adição de mucilagem de chia				
Parâmetro	MCM-35		MCM-45	
	Notas	IA	Notas	IA
Aparência	6,92 ± 1,31 ^a	-	6,72 ± 1,40 ^a	-
Cor	7,08 ± 1,54 ^a	-	6,88 ± 1,52 ^a	-
Odor	7,02 ± 1,50 ^a	-	7,20 ± 1,34 ^a	-
Textura	5,60 ± 2,07 ^a	-	5,60 ± 1,96 ^a	-
Sabor	6,44 ± 1,89 ^a	-	5,80 ± 2,19 ^b	-
Qualidade global	6,52 ± 1,68 ^a	72,4	6,30 ± 1,78 ^a	70,0

MCM-35 e MCM-45: formulação com 35 e 45% de substituição do óleo por mucilagem de chia. IA: índice de aceitabilidade. Média de três valores com desvio padrão. Letras iguais na linha indicam que não há diferença significativa entre as médias ($p < 0,05$).

Todos os atributos obtiveram nota entre 5 e 8, demonstrando que as maioneses foram avaliadas como “indiferente”, “gostei ligeiramente” e gostei moderadamente”. O índice de aceitação (IA) foi maior que 70%, abaixo do que obtido quando foi substituída a gordura em pães e bolos por mucilagem de chia, mesmo assim as maioneses foram consideradas como aceitas, já que o necessário é de no mínimo 70% (SPEHAR; SANTOS, 2002). A Figura 15 apresenta os resultados para intenção de compra das maioneses com substituição de 35 e 45% do óleo por mucilagem de chia liofilizada.

De acordo com a Figura 15, os avaliadores concentraram suas intenções de compra em “Talvez comprariam/talvez não comprariam”, com 27,5% para a maionese MCM-35 e 31,4% para a maionese MCM-45, e em “Provavelmente não compraria”, com 27,5% para a maionese MCM-35 e 29,4% para a maionese MCM-45. A maionese MCM-45 apresentou uma menor intenção de compra, sendo que 13,7% afirmaram que certamente não comprariam, contra 5,9% da maionese MCM-35. Segundo os julgadores, a alta viscoelasticidade da maionese MCM-45 foi o fator mais negativo que incidiu sobre a avaliação da mesma, essa característica foi mais marcante nessa formulação devido ao fato que continha uma grande quantidade de mucilagem, a qual tem a capacidade de aumentar a viscosidade da emulsão.

Figura 15 - Intenção de compra (%) das maioneses desenvolvidas com redução do óleo pela adição de mucilagem de chia liofilizada.



Logo, a substituição do óleo na maionese por adição de mucilagem de chia, por mais que apresentou redução significativa no teor lipídico, não apresentou uma boa aceitação sensorialmente.

5.5.3 Substituição da gema de ovo por mucilagem de chia

5.5.3.1 Textura

Apesar das inúmeras preocupações sobre o teor de colesterol, a gema de ovo é ainda o agente emulsionante mais utilizado por causa de suas qualidades notáveis tanto para a formação da emulsão, como para a obtenção de uma textura correta (DEPREE; SAVAGE, 2001). A qualidade e a quantidade das gemas afeta diretamente na viscosidade da maionese e na estabilidade final da emulsão.

Uma vez que a gema de ovo líquido só pode ser armazenado por um período limitado de tempo, muitos fabricantes partem para a utilização de gema de ovo congelada ou seca. No entanto, verifica-se que as propriedades de gema de ovo são comprometidas, reduzindo a sua utilidade como um agente emulsionante. Gema de ovo pasteurizada, a qual foi utilizada nesse trabalho, pode ser utilizada sem afetar as suas propriedades emulsionantes negativamente, entretanto processos como o congelamento e liofilização, podem alterar gravemente a estrutura da gema de ovo (DEPREE; SAVAGE, 2001). A Tabela 21 apresenta os parâmetros de textura para a maionese controle e para as com substituição da gema de ovo por mucilagem de chia liofilizada.

Tabela 21 - Parâmetros de textura para a maionese controle e maionese adicionada de mucilagem de chia pela substituição da gema de ovo.

	Firmeza (g)	Consistência (g.sec)	Coabilidade (g)	Índice de viscosidade (g.sec)
Controle	67,49 ± 6,11 ^b	2961,37 ± 296,39 ^b	-71,33 ± 8,00 ^a	-291,47 ± 27,68 ^a
MCM-15	102,40 ± 15,51 ^b	4161,83 ± 175,22 ^b	-101,32 ± 2,83 ^a	-432,25 ± 25,24 ^b
MCM-25	82,95 ± 8,02 ^b	3048,11 ± 370,81 ^b	-69,38 ± 7,18 ^a	-308,56 ± 33,23 ^a
MCM-35	79,98 ± 7,95 ^b	3179,68 ± 823,29 ^b	-72,90 ± 22,09 ^a	-278,13 ± 19,23 ^a
Comercial Pote	234,63 ± 3,57 ^a	10012,48 ± 156,48 ^a	-261,69 ± 10,34 ^b	-1014,55 ± 36,62 ^c
Comercial Sachê	254,08 ± 0,11 ^a	10414,05 ± 140,20 ^a	-269,53 ± 11,78 ^b	-1013,61 ± 2,31 ^c

MCM-15, MCM-25 e MCM-35: formulações com 15, 25 e 35% de substituição da gema de ovo por mucilagem de chia liofilizada, respectivamente. Média de três valores com desvio padrão. Letras iguais na coluna indicam que não há diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A firmeza, consistência e coabilidade foram iguais ($p < 0,05$) para a maionese controle e para todas as maioneses com adição da mucilagem de chia, e estas por sua vez, menor que a maionese comercial. A redução dos valores de todos os parâmetros, em relação à maionese comercial, foi maior que 50%, evidenciando com esses resultados que, a mucilagem de chia, como agente emulsificante, não se apresenta como um bom substituto de gema de ovo em maionese.

Em virtude, dos parâmetros de textura se apresentar menores em todas as formulações testadas com mucilagem de chia, em relação à maionese comercial, e como será visto posteriormente, o conteúdo lipídico não apresentou diferença significativa nos três graus de substituição, não foram testados mais graus de substituição da gema de ovo pela mucilagem de chia.

5.5.3.2 Composição proximal e características tecnológicas e físicas

A Tabela 22 apresenta a composição proximal, valor calórico, atividade de água, estabilidade e parâmetros de cor da maionese controle, das maioneses com substituição da gema de ovo adicionado pela mucilagem de chia liofilizada e da maionese comercial.

Tabela 22 - Composição proximal, valor calórico, atividade de água, estabilidade e parâmetros de cor da maionese controle, maioneses com substituição da gema de ovo e adicionadas de mucilagem de chia e da maionese comercial.

	Controle	MCM-15	MCM-25	MCM-35	Comercial
Umidade	14,20 ± 0,18 ^d	14,51 ± 0,07 ^d	15,20 ± 0,01 ^c	15,92 ± 0,08 ^b	57,64 ± 0,03 ^a
Proteína*	2,73 ± 0,01 ^a	2,14 ± 0,00 ^b	1,95 ± 0,02 ^c	1,67 ± 0,02 ^d	0,50 ± 0,01 ^e
Lipídios*	78,07 ± 0,49 ^a	77,77 ± 0,05 ^{a,b}	77,33 ± 0,04 ^b	77,40 ± 0,06 ^{a,b}	24,97 ± 0,40 ^c
Cinzas*	0,08 ± 0,01 ^d	4,74 ± 0,01 ^c	5,22 ± 0,00 ^b	5,57 ± 0,01 ^b	10,56 ± 0,34 ^a
Carboidratos*	19,12	17,92	15,50	15,36	63,97
Valor calórico	790,03	780,29	765,77	764,72	482,61
Aa	0,908 ± 0,037 ^{a,b}	0,857 ± 0,001 ^b	0,910 ± 0,002 ^{a,b}	0,904 ± 0,001 ^b	0,956 ± 0,000 ^a
Estabilidade (%)	34,14 ± 0,77 ^b	35,51 ± 1,18 ^b	35,95 ± 2,19 ^b	36,65 ± 0,99 ^b	100,00 ± 0,00 ^a
L**	79,95 ± 1,07 ^b	70,81 ± 0,11 ^c	67,76 ± 0,02 ^c	81,16 ± 0,54 ^b	91,44 ± 0,46 ^a
a**	-1,01 ± 0,50 ^b	-1,07 ± 0,23 ^b	-1,09 ± 0,15 ^{b,c}	-1,77 ± 0,03 ^c	1,05 ± 0,04 ^a
b**	37,72 ± 1,46 ^a	28,76 ± 0,60 ^b	24,90 ± 0,68 ^c	25,25 ± 0,35 ^c	22,09 ± 0,08 ^d
h (°)	88,46	87,87	87,49	85,99	87,37

* Base seca.

MCM-15, MCM-25 e MCM-35: formulações com 15, 25 e 35% de substituição da gema de ovo por mucilagem de chia liofilizada, respectivamente.

Aa = atividade de água; L** = luminosidade; a** e b** = cromas; h = ângulo Hue.

Média de três valores com desvio padrão. Letras iguais na linha indicam que não há diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey (p<0,05).

Analisando os resultados, pode-se notar que a umidade foi maior à medida que foi realizada a substituição da gema de ovo, assim como ocorreu nas maioneses elaboradas com substituição do óleo. Entretanto, os valores obtidos de umidade foram menores de quando se substituiu o óleo, isso porque a substituição da gema de ovo foi em uma quantidade muito menor que a substituição de óleo, logo, menos água foi adicionada à formulação.

Diferentemente de quando foi realizada a substituição do óleo, o teor de proteínas foi menor nas maioneses com adição da mucilagem de chia, sendo a maionese comercial a com menor conteúdo de proteína. O teor proteico em maionese elaborada com ovos tende a ser maior, porque o teor de proteína de ovos é alta. A gema de ovo de galinha contém compostos complexos que são essenciais para a formação de uma emulsão, tais como os fosfolípidos e lecitina. Muitas das vezes, o conteúdo de proteína de maionese comercial tende a ser inferior (CORNELIA; SIRATANTRIA; PRAWITA, 2015).

Quanto ao teor lipídico, este não sofreu grande redução, embora tenha se diferenciado da maionese controle. A maior redução obtida foi de 0,94%, na formulação MCM-35, porque embora a gema de ovo seja rica em colesterol e fosfolipídios, a quantidade reduzida em cada formulação é muito baixa quando comparada a quantidade de óleo que é adicionada. À medida que foi realizada a substituição, o teor de cinzas foi maior, isto porque a mucilagem de chia contém em torno de 10% de cinzas, o que acabou contribuindo para este aumento.

Cornelia, Siratantria e Prawita (2015) utilizaram como substituto de gema de ovo em maionese, goma de semente de durião (*Durio zibethinus* L.), uma fruta originária do sudoeste da Ásia. Os autores obtiveram um valor maior de umidade (32,38%), e menores valores de cinzas (0,72%), lipídios (60,36%), proteínas (0,16%) e carboidratos (6,54%).

O valor calórico se manteve semelhante com a substituição da gema de ovo, já que a parcela que mais contribui, nesse caso, é os lipídios, que apresenta coeficiente calórico de 9 kcal.g⁻¹, não apresentou uma grande redução com a substituição da gema de ovo. Em relação à atividade de água, as maioneses adicionadas de mucilagem de chia foram significativamente igual a da maionese controle, e menor que a maionese comercial.

Como citado anteriormente, a estabilidade da emulsão é um parâmetro importante de ser determinado, pois está associada à prevenção da coalescência das gotas de óleo, de floculação e formação do creme. A estabilidade das maioneses com mucilagem não aumentou com a redução da gema de ovo, e a substituição por mucilagem de chia mostra que a mucilagem de chia não foi eficiente para promover a estabilidade das maioneses por reduzir o seu componente emulsificante. A adição de algum agente espessante, como amidos, poderia

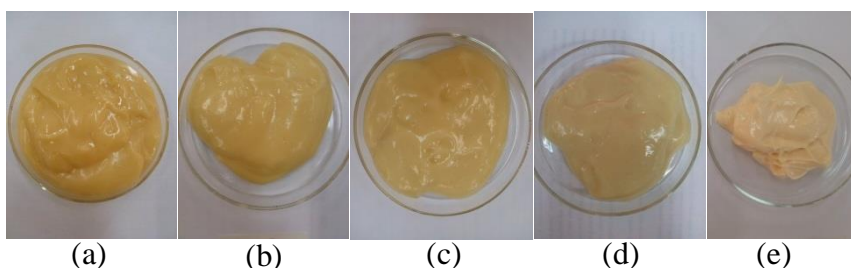
garantir uma maior estabilidade as maioneses (Mun et al., 2009). A baixa estabilidade obtida condiz com o que foi exposto por Ghoush et al. (2008), que também demonstraram que a maionese com redução da gema de ovo, como agente emulsificador, em 100, 75, 50 e 25%, pela adição de proteína de trigo e goma carragenina-iota foi mais instável do que a maionese controle.

A partir dos resultados estatísticos da cor, percebe-se que os resultados apresentaram ângulo Hue próximo a 90° , corroborando para a coloração amarela, assim como o parâmetro b^* , que se apresentou positivo em todas as formulações. Quanto à luminosidade, a substituição da gema, nas formulações MCM-15 e MCM-25, foi menor ($p < 0,05$), enquanto que a comercial apresentou maior luminosidade que as demais. Já o parâmetro a^* , apenas a amostra comercial apresentou tendência ao vermelho ($+a^*$), as demais ao verde ($-a^*$).

Cornelia, Siratantria e Prawita (2015) obtiveram um ângulo Hue (h) de 50,39 para maionese com goma de semente de durião, valor bem abaixo do encontrado nesse trabalho. Huang et al. (2016) verificaram que maioneses elaboradas com gema de ovo congelada proporcionaram um aumento da firmeza em comparação a preparada com o gema de ovo fresco. Além disso, os parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*) de maioneses são significativamente diferentes ($p < 0,05$) quando são elaboradas com gema de ovo congelada e gema de ovo fresca.

A Figura 16 apresenta as maioneses desenvolvidas com substituição da gema de ovo pela mucilagem de chia.

Figura 16 - Fotografias da maionese controle (a), as maioneses com substituição de (b) 15% (c) 25% e (d) 35% da gema de ovo e a maionese comercial (f).

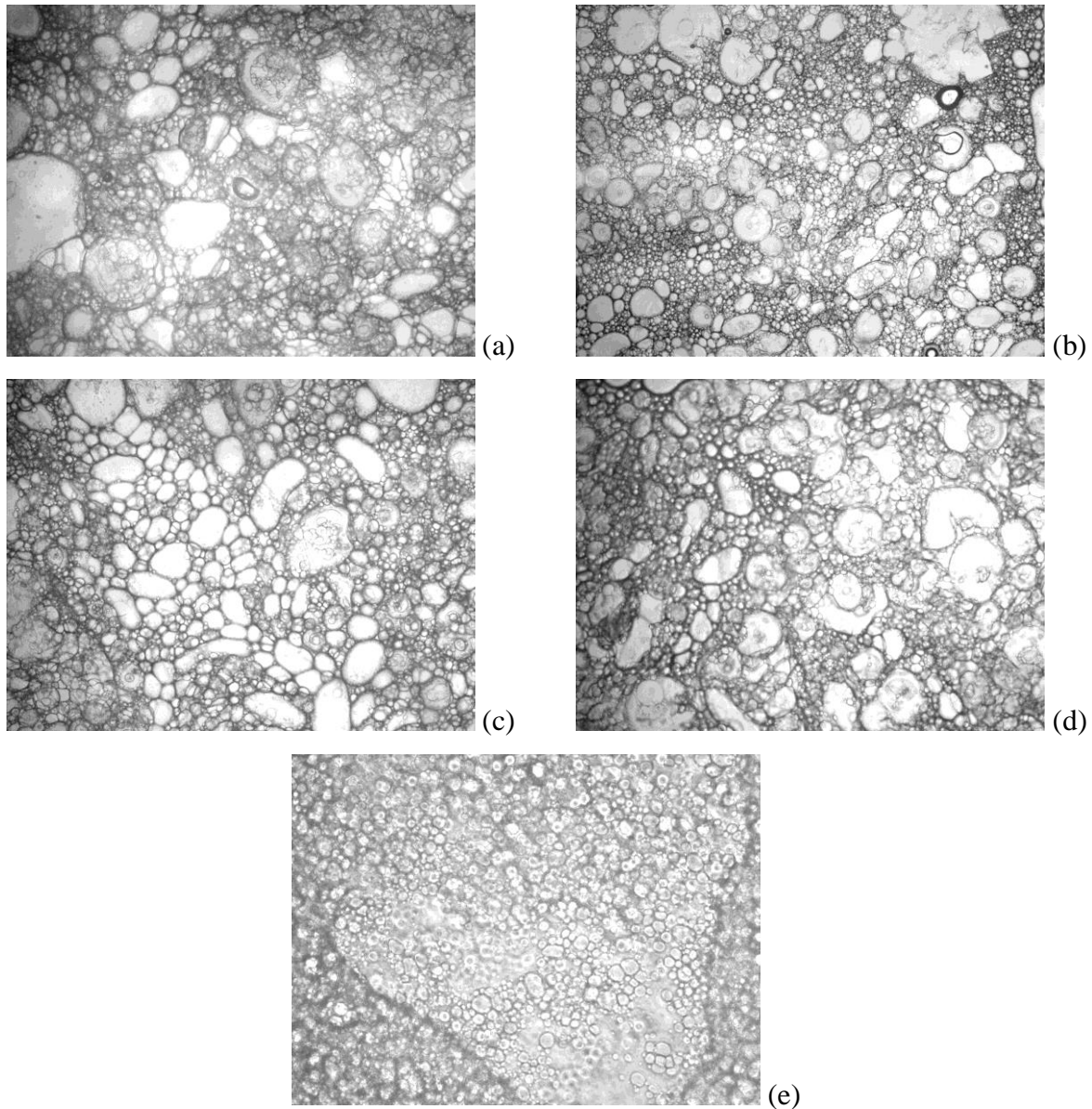


5.5.3.3 Microscopia ótica

A Figura 17 apresenta as micrografias das maioneses desenvolvidas, podendo dessa forma, visualizar as diferenças de tamanho e uniformidade das gotículas de óleo. Na Figura 19 é possível visualizar que tanto para a maionese controle (a), como para as

maioneses com redução da gema de ovo, as gotículas de óleo apresentaram tamanhos maiores e irregulares, que incidiram na baixa estabilidade das maioneses. A maionese comercial apresentou gotículas pequenas e de forma regular, o que garantiu a sua alta estabilidade.

Figura 17 - Micrografias da maionese controle (a), das maioneses com substituição da gema de ovo (b)15% (c) 25% e (d) 35% por mucilagem de chia liofilizada, e da maionese comercial (e), com ampliação de x100.



Comparando as micrografias da Figura 13 e Figura 17, foi verificado que a substituição da gema de ovo afetou de maneira mais marcante a estrutura da maionese, fato que se constatou pelo aumento das gotículas de óleo nas maioneses substituídas por

mucilagem de chia. Esta característica poderia ser melhorada pela utilização de um homogeneizador de alta velocidade no preparo do produto.

5.5.3.4 Análise sensorial

O perfil dos julgadores foi apresentado no item 5.5.2.4. Associando todas as características obtidas, foi escolhida para a realização da análise sensorial a formulação MCM-15 e MCM-25, pois foram as formulações que apresentaram as melhores características tecnológicas, em relação à maionese controle. A Tabela 23 apresenta os resultados da análise de variância dos dados coletados na análise sensorial das maioneses com 15 e 25% da substituição da gema de ovo por mucilagem de chia liofilizada.

Tabela 23 – Notas da avaliação sensorial de cada parâmetro para a substituição da gema de ovo por mucilagem de chia liofilizada em maionese.

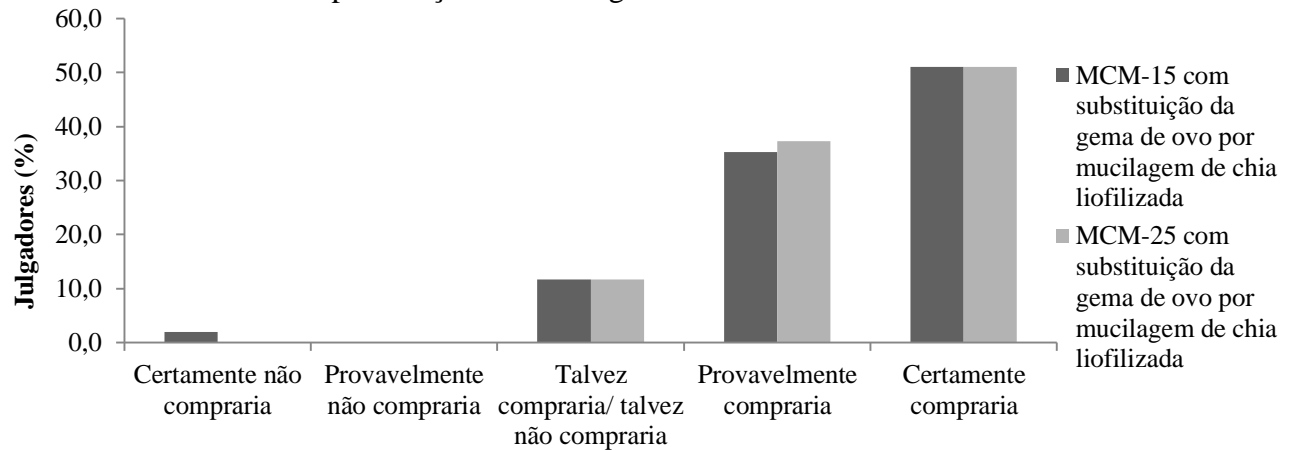
Maionese com substituição da gema de ovo pela adição de mucilagem de chia liofilizada				
Parâmetro	MCM-15		MCM-25	
	Notas	IA	Notas	IA
Aparência	$7,58 \pm 1,37^b$	-	$7,90 \pm 1,27^a$	-
Cor	$7,58 \pm 1,58^b$	-	$8,02 \pm 1,06^a$	-
Odor	$7,30 \pm 1,47^a$	-	$7,54 \pm 1,33^a$	-
Textura	$7,66 \pm 1,21^a$	-	$7,64 \pm 1,41^a$	-
Sabor	$8,16 \pm 0,84^a$	-	$8,10 \pm 0,95^a$	-
Qualidade global	$7,94 \pm 1,00^a$	88,2	$8,14 \pm 0,90^a$	90,4

MCM-15 e MCM-25: formulação com 15 e 25% de substituição da gema de ovo por mucilagem de chia liofilizada. IA: índice de aceitabilidade. Média de três valores com desvio padrão. Letras iguais na linha indicam que não há diferença significativa entre as médias ($p < 0,05$).

Observando a Tabela 23, é possível perceber que apenas a aparência e a cor apresentaram diferença significativa. Todos os atributos obtiveram nota entre 7 e 9, demonstrando que as maioneses com substituição da gema de ovo foram avaliadas como “gostei moderadamente” e “gostei muito”. O índice de aceitação (IA) foi maior que 88%, semelhante ao encontrado para os pães e os bolos de chocolate e maior que o encontrado quando se fez a substituição do óleo, e indicando que as maioneses foram consideradas como

aceitas. A Figura 18 apresenta os resultados para intenção de compra das maioneses com substituição da gema de ovo pela adição de mucilagem de chia liofilizada.

Figura 18 - Intenção de compra (%) das maioneses desenvolvidas com redução da gema de ovo pela adição de mucilagem de chia liofilizada.



As duas amostras de maionese apresentaram atitude positiva de intenção de compra. As intenções de compra se mostraram semelhantes para ambas as maioneses, sendo que tanto para a maionese MCM-15, quanto para MCM-25, 51,0% descreveram que certamente comprariam e 11,8% talvez comprariam/ talvez não comprariam. Apenas 2% dos indivíduos provavelmente não comprariam a formulação MCM-15.

As maioneses desenvolvidas com substituição da gema de ovo apresentaram uma ótima aceitação por parte dos julgadores, entretanto as formulações testadas apresentaram no máximo uma redução de 0,94% do teor lipídico, comparada a maionese controle.

6 CONCLUSÃO

Foram produzidas mucilagens de chia que foram secadas mediante os processos de liofilização e secagem em estufa. No estudo da extração da mucilagem de chia (*Salvia hispanica* L.) foi verificado que a relação semente:água não afeta o rendimento da mucilagem de chia quando seca pelo processo de liofilização, enquanto que para mucilagem seca a 50°C maiores rendimentos são obtidos com um relação acima de 1:30 (semente:água). Em relação às propriedades funcionais, a alta capacidade emulsificante e a alta capacidade de retenção de água obtida para ambos tipos de mucilagem, remete a sua utilização como agente emulsificante em alimentos.

A adição de mucilagem de chia afetou levemente as características tecnológicas dos pães e reduziu do valor calórico em função da substituição da gordura, sendo que nas substituições de 75 e 100%, os parâmetros avaliados sofrerem baixas reduções. O pão elaborado com 75% de substituição da gordura por mucilagem de chia seca a 50°C resultou em uma redução de 56,6% do teor lipídico e apresentou uma maior aceitabilidade e intenção de compra por parte dos avaliadores.

Para os bolos de chocolate, as características tecnológicas foram melhoradas nas substituições inferiores a 50%. Entretanto a formulação com 75% da substituição da gordura, para ambos tipos de mucilagem, apresentaram leves reduções nos parâmetros tecnológicos, com exceção do volume específico. Sensorialmente, os bolos com 75% de substituição apresentaram aceitabilidade estatisticamente igual, com maior intenção de compra para o bolo de chocolate adicionado de mucilagem de chia seca a 50°C, o qual apresentou uma redução maior (51,6%) de quando foi utilizada a mucilagem liofilizada.

Logo, para os produtos de panificação elaborados, pão e bolo de chocolate, tanto a mucilagem de chia liofilizada, como a mucilagem de chia seca a 50°C apresentaram eficiência na substituição da gordura adicionada à formulação, sendo que sensorialmente, os produtos desenvolvidos com mucilagem de chia seca a 50°C foram mais aceitos, o que se apresenta como uma vantagem, uma vez que este tipo de secagem é mais barato que a liofilização.

As maioneses com substituição do óleo apresentaram melhores características de quando foi realizada a substituição da gema de ovo, entretanto, sensorialmente, as maioneses com redução da gema de ovo apresentaram maior aceitação. A substituição do óleo de 45% por mucilagem produziu estabilidade igual à maionese comercial e uma redução de 50,8% do teor lipídico em relação à maionese controle. Já quanto à substituição da gema, os resultados mostraram que a mucilagem de chia liofilizada não apresentou eficiência na substituição,

mesmo que os parâmetros de textura tenham sido semelhantes à maionese controle, a estabilidade continuou baixa e o teor de lipídios não apresentou uma redução significativa.

Portanto, a substituição em até 75% da gordura adicionada em pães e bolos de chocolate por mucilagem de chia mantém as propriedades tecnológicas e físicas dos produtos. Em relação a maionese, a substituição de até 25% do óleo adicionado garante as propriedades de textura semelhantes a maionese comercial, enquanto que a substituição da gema de ovo não mantém as propriedades de textura.

7 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho teve como principal contribuição o desenvolvimento de produtos com redução do teor de gordura. Porém, a utilização da mucilagem de chia pode ser mais explorada para utilização em alimentos, tais como:

- Atuar como fonte de fibras dietéticas, tornando o alimento funcional e contribuindo para a saúde humana;
- Aproveitar o subproduto da extração do óleo como matéria-prima para a extração da mucilagem, reduzindo assim o custo;
- Utilizar a mucilagem de chia como agente espessante em produtos que apresentem elevado consumo pela população, como por exemplo, salsicha;
- Estudar o efeito da mucilagem no organismo humano e comprovar seus efeitos;
- Estudar a combinação da mucilagem de chia com outros agentes espessantes e emulsificantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACC – American Association of Cereal Chemists. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 9th edition, St. Paul, 1995.
- AACC – American Association of Cereal Chemists. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 10th edition, St. Paul, 2000.
- ABER, D.E.K.; MOLINA, E.; LEÓN, G.P.; NEGRÓN, G.; LACHMAN, L. Caracterización analítica de cinco gomas *Mimosaceae* venezolanas y su posible aplicación industrial. **Revista Facultad De Agronomía**, v. 19, p. 230-239, 2002.
- ABIP – Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria. **Desempenho do setor de panificação e confeitaria brasileiro em 2012**. Disponível em: http://www.abip.org.br/perfil_internas.aspx?cod=102. Acesso em: 30 de setembro de 2014.
- ADA reports. Position of the American Dietetic Association: Fat Replacers. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 105, p. 266-275, 2005.
- ALI, N.M.; YEAP, S.K.; HO, W.Y.; BEH, B.K.; TAN, S.W.; TAN, S.G. The Promising Future of Chia, *Salvia hispanica* L. **Journal of Biomedicine and Biotechnology**, v. 2012, p. 1-9, 2012.
- AMIM, M.H.H.; ELBELTAGY, A.E.; MUSTAFA, M.; KHALIL, A.H. Development of low fat mayonnaise containing different types and levels of hydrocolloid gum. **Journal of Agroalimentary Processes and Technologies**, v. 20, n. 1, p. 54-63, 2014.
- ANNUNZIATA, A.; VECCHIO, R. Functional foods development in the European market: A consumer perspective. **Journal of Functional Foods**, v. 3, n. 3, p. 223-228, 2011.
- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of International**. 17th. 1 CD-ROM, 2000.
- AYERZA, R.; COATES, W. Ground chia seed and chia oil effects on plasma lipids and fatty acids in the rat. **Nutrition Research**, v. 25, p. 995–1003, 2005.
- AYERZA, R.; COATES, W. Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). **Industrial Crops and Products**, v. 34, p. 1366– 1371, 2011.
- BELLALOUI, N.; MENGISTU, A.; KASSEM, M.A. Effects of Genetics and Environment on Fatty Acid Stability in Soybean Seed. **Food and Nutrition Sciences**, v. 4, p. 165-175, 2013.
- 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, p. 946-949, 2010.
- BORTNOWSKA, G.; TOKARCZYK, G. Comparison of the physical and sensory properties of model low-fat mayonnaises depending on emulsifier type and xanthan gum concentration. **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities**, v. 12, 2009.

- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes), constantes do anexo desta Portaria. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 1998.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para a análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 1999.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 90, de 18 de outubro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Pão. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 2000.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 276, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para especiarias, temperos e molhos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 2005.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 2012.
- BRASIL. Ministério da Saúde. CNNPA - Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Resolução CNNPA nº 12, de 24 de julho de 1978. Aprova NORMAS TÉCNICAS ESPECIAIS, do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA, relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 1978.
- BROOKER, B.E. The Stabilisation of Air in Cake Batters - The Role of Fat. **Food Structure**, v. 12, n. 3, p. 285-296, 1993.
- BUSILACCHI, H.; QUIROGA, M.; BUENO, M.; DI SAPIO, O.; FLORES, V.; SEVERIN, C. Evaluacion de *Salvia hispanica* L. cultivada en el sur de Santa Fe (República Argentina). **Cultivos Tropicales**, v. 34, n. 4, p. 55-59, 2013.
- CAMPOS, B.E.; RUIVO, T.D.; SCAPIM, M.R.S.; MADRONA, G.S.; BERGAMASCO, R.C. 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.; CORZO-RIOS, L.J.; CHEL-GUERRERO, L.A.; BETANCUR-ANCONA, D.A.; NOLASCO, S.M.; TOMÁS, M.C. Rheological properties of aqueous dispersions of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage. **Journal of Food Engineering**, v. 149, p. 70-77, 2015.
- CAPITANI, M.I.; IXTAINA, V.Y.; SPOTORNO, V.; NOLASCO, S.M.; TOMÁS, M.C. 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. Effect of Mucilage Extraction on the Functional Properties of Chia Meals. In: Muzzalupo I ed **Food Industry**, 2013.

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

CÁRDENAS, A.; ARGUELLES, W. M.; GOYCOOLEA, F. M. On the Possible Role of *Opuntia ficus-indica* Mucilage in Lime Mortar Performance in the Protection of Historical Buildings. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, v. 3, p. 1-8, 1998.

CARUSO, V.R. **Mistura para o preparo de bolo sem glúten**. 2012. 131f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2012.

CAUVAIN, S.P.; YOUNG, L.S. **Tecnologia de panificação**. Editora Manole, 2ª edição, Barueri, SP, 2009.

CHESTERTON, A.K.S.; ABREU, D.A.P.; MOGGRIDGE, G.D.; SADD, P.A.; WILSON, D.I. Evolution of cake batter bubble structure and rheology during planetary mixing. **Food and Bioproducts Processing**, v. 91, p. 192–206, 2013.

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

COOREY, R.; TJOE, A.; JAYASENA, V. Gelling Properties of Chia Seed and Flour. **Journal of Food Science**, v. 79, n. 5, p. 859-866, 2014.

CORNELIA, M., SIRATANTRI, T.; PRAWITA, R. The Utilization of Extract Durian (*Durio zibethinus* L.) Seed Gum as an Emulsifier in Vegan Mayonnaise. **Procedia Food Science**, v. 3, p. 1–18, 2015.

COSTANTINI, L.; LUKŠIĆ, L.; MOLINARI, R.; KREFT, I.; BONAFACCIA, G.; MANZI, L.; MERENDINO, L. Development of gluten-free bread using tartary buckwheat and chia flour rich in flavonoids and omega-3 fatty acids as ingredients. **Food Chemistry**, v. 165, p. 232–240, 2014.

CRIZEL, T.M. **Aproveitamento dos subprodutos da indústria de suco de laranja na aplicação em alimentos**. 2013, 112f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

DADKHAH, A.; HASHEMIRAVAN, M.; SEYEDAIN-ARDEBILI, M. Effect of shortening replacement with nutrim oat bran on chemical and physical properties of shortened cakes. **Annals of Biological Research**, v. 3, n. 6, p. 2682-2687, 2012.

DEPREE, J.A.; SAVAGE, G.P. Physical and flavour stability of mayonnaise. **Food Science & Technology**, v. 12, p. 157–163, 2001.

DESPLANQUES, S.; RENO, F.; GRISEL, M.; MALHIAC, C. Impact of chemical composition of xanthan and acacia gums on the emulsification and stability of oil-in-water emulsions. **Food Hydrocolloids**, v. 27, p. 401-410, 2012.

- DHINGRA, D.; MICHAEL, M.; RAJPUT, H.; PATIL, R.T. Dietary fibre in foods: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 49, n. 3, p. 255–266, 2012.
- DICK, M.; COSTA, T.M.H.; GOMAA, A.; SUBIRADE, M.; , RIOS, A.O.; FLÔRES S.H. 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.
- DIPLOCK, A.T.; AGGETT, P.; ASHWELL, M.; BORNET, F.; FERN, E.; ROBERFROID, M. Scientific concepts of functional food science in Europe: Consensus document. **British Journal of Nutrition**, v. 81, p. S1–S27, 1999.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Editora Champagnat, 1996. 123 p.
- EL-DASH, A.A. Standardized mixing and fermentation procedure for experimental baking test. **Cereal Chemistry**, v. 55, n. 4, p. 436–446, 1978.
- ESTELLER, M.S.; LANNES, S.C.S. Parâmetros Complementares para Fixação de Identidade e Qualidade de Produtos Panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 802–806, 2005.
- ESTELLER, M.S.; ZANCANARO JÚNIOR, O.; LANNES, S.C.S. Bolo de “chocolate” produzido com pó de cupuaçu e kefir. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 3, 2006.
- FACCIO, C.; MACHADO, R.F.A.; SOUZA, L.M.; ZOLDAND, S.R.; QUADRI, M.G.N. Characterization of the mucilage extracted from jaracatiá (*Carica quercifolia* (A. St. Hil.) Hieron). **Carbohydrate Polymers**, v. 131, p. 370–376, 2015.
- FELISBERTO, M.H.F.; WAHANIK, A.L.; GOMES-RUFFI, C.R.; CLERICI, M.T.P.S.; CHANG, Y.K.; STEEL, C.J. 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, G.E.R.; SANTOS, M.F.; SILVA, J.N. Requeijão adicionado de mucilagem e farinha de chia (*Salvia hispanica* L.). In: I ENCONTRO UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI, 2013, Juazeiro do Norte. **Anais... I Encontro Universitário**, 2013. p. 1–4.
- FERREIRA, T.R.B. **Caracterização nutricional e funcional de farinha de chia (*Salvia hispanica* L.) e sua aplicação em desenvolvimento de pães**. 2013. 113f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- FINLEY, J.W.; SOTO-VACA, A.; HEIMBACH, J.; RAO, T.P.; JUNEJA, L.R.; SLAVIN, J.; FAHEY, G.C. Safety Assessment and Caloric Value of Partially Hydrolyzed Guar Gum. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, p. 1756–1771, 2013.
- FONSECA, E.W.N. **Utilização da mucilagem de inhame (*Discorea spp*) como melhorador na produção de pão de forma**. Dissertação de Mestrado em Ciências de Alimentos. Universidade Federal de Lavras, 2006.

- GAONKAR, G.; KOKA, R.; CHEN, K.; CAMPBELL, B. Emulsifying functionality of enzyme-modified milk proteins in O/W and mayonnaise-like emulsions. **African Journal of Food Science**, v. 1, p. 16-25, 2010.
- GHOUSH, M.A.; SAMHOURI, M.; AL-HOLY, M.; HERALD, T. Formulation and fuzzy modeling of emulsion stability and viscosity of a gum-protein emulsifier in a model mayonnaise system. **Journal of Food Engineering**, v. 84, p. 348-357, 2008.
- GRAJEK, W.; OLEJNIK, A.; SIP, A. Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional foods. **Acta Biochimica Polonica**, v. 52, n. 3, p. 665-671, 2005.
- GUTKOSKI, L.C.; DURIGON, A.; MAZZUTTI, S.; CEZARE, K.; COLLA, L.M. Influência do tipo de farinha de trigo na elaboração de bolo tipo inglês. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 14, n. 4, p. 275-282, 2011.
- HUANG, L.; WANG, T.; HAN, Z.; MENG, Y.; LU, X. Effect of egg yolk freezing on properties of mayonnaise. **Food Hydrocolloids**, v. 56, p. 311-317, 2016.
- HUERTA, K.M. **Utilização de farinha de chia (*Salvia hispânica* L.) na elaboração de pão sem glúten sem adição de goma e gordura**. 2015. 118f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.
- INGLETT, G.E.; CHEN, D.; LIU, S.X.; LEE, S. Pasting and rheological properties of oat products dry-blended with ground chia seeds. **LWT - Food Science and Technology**, v. 55, p. 148-156, 2014.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3ª ed. São Paulo, v. 1, 533p, 2008.
- IXTAINA, V.Y. **Caracterización de la semilla y el aceite de chía (*Salvia hispanica* L.) obtenido mediante distintos procesos**. Aplicación en tecnología de alimentos. Tese de Doutorado. Universidad Nacional de La Plata, 2010.
- IXTAINA, V.Y., MARTÍNEZ, M.L., SPOTORNO, V., MATEO, C.M., MAESTRI, D.M., DIEHL, B.W.K., NOLASCO, S.M., TOMÁS, M.C. Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, 166-174, 2011.
- 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.
- JANI, G.K.; SHAH, D.P.; PRAJAPATI, V.D.; JAIN, V.C. Gums and mucilages: versatile excipients for pharmaceutical formulations. **Asian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 4, n. 5, p. 308-322, 2009.
- JUSTO, M.B.; ALFARO, A.D.C.; AGUILAR, E.C.; WROBEL, K.; WROBEL, K.; GUZMÁN, G.A.; SIERRA, Z.G.; ZANELLA, V.M. Desarrollo de pan integral con soya, chía, linaza y ácido fólico como alimento funcional para la mujer. **Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición**, v. 57, n. 1, 2007.
- KIM, H.Y.L.; YEOM, H.W.; LIM, H.S.; LIM, S. Replacement of Shortening in Yellow Layer Cakes by Corn Dextrins. **Cereal Chemistry**, v. 78, n. 3, p. 267-271, 2001.

- KISHK, Y.F.M.; ELSHESHETAWY, H.E. Effect of ginger powder on the mayonnaise oxidative stability, rheological measurements, and sensory characteristics. **Annals of Agricultural Science**, v. 58, n. 2, p. 213–220, 2013.
- KOOCHKEI, A.; TAHERIAN, A. R.; RAZAVI, S. M. A.; BOSTAN, A. Response surface methodology for optimization of extraction yield, viscosity, hue and emulsion stability of mucilage extracted from *Lepidium perfoliatum* seeds. **Food Hydrocolloids**, v. 23, n. 8, p. 2369-2379, 2009.
- KORUS, J.; WITCZAK, T.; ZIOBRO, R.; JUSZCZAK, L. Linseed (*Linum usitatissimum* L.) mucilage as a novel structure forming agent in gluten-free bread. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, p. 257-264, 2015.
- LI, J.; WANG, Y.; JIN, W.; ZHOU, B. Application of micronized konjac gel for fat analogue in mayonnaise. **Food Hydrocolloids**, v. 35, p. 375-382, 2014.
- LIMA, D. M.; PADOVANI, R. M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; FARFÁN, J. A.; NONATO, C. T.; DE LIMA, M. T. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. NEPA/UNICAMP.- 4. edição revisada e ampliada -- Campinas: NEPA - UNICAMP, 2011, 161 p.
- LIN, K.Y.; DANIEL, J. R. Structure of chia seed polysaccharide exudates. **Carbohydrate Polymer**, v. 23, p. 13-18, 1994.
- LIU, H.; XU, X.M.; GUO, S.H.D. Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics. **LWT - Food Science Technology**, v. 40, p. 946–954, 2007.
- LÓPEZ, F. Y.; GOYCOOLEA, F.; VALDEZ, M.; CALDERÓN, A. M. Goma de mezquite: una alternativa de uso industrial. **Interciencia**, v. 31, n. 3, p. 183-189, 2006.
- LUCCA, P.A.; TEPPER, B.J. Fat replacers and functionality of fat in foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 5, p. 12-19, 1994.
- LUVIELMO, M.M.; SCAMPARINI, A.R.P. Goma xantana: produção, recuperação, propriedades e aplicação. **Estudos tecnológicos**, v. 5, n. 1, p. 50-67, 2009.
- MA, L.; BARBOSA-CANÓVAS, G.V. Rheological Characterization of Mayonnaise. Part II: Flow and Viscoelastic Properties at Different Oil and Xanthan Gum Concentrations. **Journal Food Engineering**, v. 25, p. 409-425, 1995.
- MAKI, K.C.; LAWLESS, A.L.; KELLEY, K.M.; KADENA, V.N.; GEIGER, C.J.; DICKLIN, M.R. Corn oil improves the plasma lipoprotein lipid profile compared with extra-virgin olive oil consumption in men and women with elevated cholesterol: Results from a randomized controlled feeding trial. **Journal of Clinical Lipidology**, v. 9, n. 1, p. 49–57, 2015.
- MARINELI, R.S.; MORAES, E.A.; LENQUISTE, S.A.; GODOY, A.T.; EBERLIN, M.N.; MARÓSTICA, M.R. Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (*Salvia hispanica* L.). **LWT - Food Science and Technology**, v. 59, p. 1304-1310, 2014.

- MARTÍNEZ, M.L.; CURTI, M.I.; ROCCIA, P.; LLABOT, J.M.; PENCI, M.C.; BODOIRA, R.M.; RIBOTTA, P.D. Oxidative stability of walnut (*Juglans regia* L.) and chia (*Salvia hispanica* L.) oils microencapsulated by spray drying. **Powder Technology**, v. 270, p. 271–277, 2015.
- MARTÍNEZ, M.L.; MARÍN, M.A.; FALLER, C.M.S.; REVOL, J.; PENCI, M.C.; RIBOTTA, P.D. Chia (*Salvia hispanica* L.) oil extraction: Study of processing parameters. **LWT - Food Science and Technology**, v. 47, p. 78-82, 2012.
- MARUYAMA, K.; SAKASHITA, T.; HAGURA, Y.; SUZUKI, K. Relationship between Rheology, Particle Size and Texture of Mayonnaise. **Food Science Technology**, v. 13, n. 1, p. 1-6, 2007.
- McGLINCHEY N. Los almidones especiales abren nuevas oportunidades a la hora de sustituir las grasas empleadas em bollería. **Alimentaria**, v. 276, p. 109-114, 1996.
- MENRAD, K. Market and marketing of functional food in Europe. **Journal of Food Engineering**, v. 56, p. 181-188, 2003.
- MIGLIAVACCA, R.A.; SILVA, T.R.B.; VASCONCELOS, A.L.S.; FILHO, W.M.; BAPTISTELLA, J.L.C. O cultivo da chia no Brasil: futuro e perspectivas. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 3, p. 161-179, 2014.
- MIHOV, R.; NIKOVSKA, K.; NENOV, N.; SLAVCHEV, A. Evaluation of mayonnaise-like food emulsions with extracts of herbs and spices. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 24, n. 3, p. 191-199, 2012.
- MIZUKOSHI, M.; KAWADA, T.; MATSUI, N. Model Studies of Cake Baking. I. Continuous Observations Of Starch Gelatinization and Protein Coagulation during Baking. **Cereal Chemistry**, v. 56, n. 4, p. 305-309, 1979.
- MUN, S.; KIM, Y. L.; KANG, C. G.; PARK, K. H.; SHIM, J. Y.; KIM, Y. R. Development of reduced-fat mayonnaise using 4 α GTase-modified rice starch and xanthan gum. **International Journal of Biological Macromolecules**, 44, 400–407, 2009.
- MUÑOZ, L.A.; AGUILERA, J.M.; RODRIGUEZ-TURIENZO, L.; COBOS, A.; DIAZ, O. Characterization and microstructure of films made from mucilage of *Salvia hispanica* L. and whey protein concentrate. **Journal of Food Engineering**, v. 111, p. 511–518, 2012a.
- MUÑOZ, L.A.; COBOS, A.; DIAZ, O.; AGUILERA, J.M. Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. **Journal of Food Engineering**, v. 108, p. 216–224, 2012b.
- NARSIMHAN, G.; WANG, Z. Guidelines for processing emulsion-based foods. In: HASENHUETTL, G.L., HARTEL, R.W. (Ed.). **Food Emulsifiers and their Applications**. New York: Springer, p. 349-389, 2008.
- OLIVOS-LUGO, B.L.; VALDIVIA-LÓPEZ, M.A.; TECANTE, A. Thermal and Physicochemical Properties and Nutritional Value of the Protein Fraction of Mexican Chia Seed (*Salvia hispanica* L.). **Food Science and Technology International**, v. 16, n. 1, p. 89-96, 2010.

- PIZARRO, P.L.; ALMEIDA, E.L.; SAMMAN, N.C.; CHANG, Y.K. Evaluation of whole chia (*Salvia hispanica* L.) flour and hydrogenated vegetable fat in pound cake. **LWT—Food Science Technology**, v. 54, n. 1, p. 73–79, 2013.
- PIZZINATTO, A.; MAGNO, C.P.R.S.; CAMPACNOLLI, D.M.F.; VITTI, P.; LEITAO, R.F.F. **Avaliação tecnológica de produtos derivados de farinha de trigo (pão, macarrão, biscoito)**. 3ª Edição, 1993. 54p.
- PORRAS-LOAIZA, P.; JIMENEZ-MUNGU, M.T.; SOSA-MORALES, M.E.; PALOU, E.; LOPEZ-MALO, A. Physical properties, chemical characterization and fatty acid composition of Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 49, p. 571–577, 2014.
- PUIG, E. I.; HAROS, M. La chia em Europa: El nuevo ingrediente en productos de panadería. Artículos técnicos. **Alimentaria**, v. 420, p. 73-77, 2011.
- QUAGLIA, G. **Ciencia y tecnología de la panificación**. Zaragoza (Espanha): Acribia, 1991. 485 p.
- QUEIROZ, M.I.; TREPTOW, R.O. 2006. **Análise Sensorial para avaliação da qualidade dos alimentos**. Rio Grande: Ed. Da FURG, 268p.
- RAGAB, D.M.; BABIKER, E.E.; ELTINAY, A.H. Fractionation, solubility and functional properties of cowpea (*Vigna unguiculata*) proteins as affected by pH and/or salt concentration. **Food Chemistry**, v. 84, p. 207–212, 2004.
- 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.
- RODRIGUES, M.L. **Azeite de Pequi: efeito do aquecimento em temperatura de fritura e utilização como ingrediente na formulação de maionese**. 2011. 94f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2011.
- RUPFLIN, D.I.A. Caracterización de la semilla del chan (*Salvia hispanica* L.) y diseño de um producto funcional que la contiene como ingrediente. **Revista 23 de la Universidad del Valle de Guatemala**, p. 43-49, 2011.
- SALGADO-CRUZ, M.L.P.; CALDERÓN-DOMÍNGUEZA, G.; CHANONA-PÉREZ, J.; FARRERA-REBOLLO, R.R.; MÉNDEZ-MÉNDEZ, J.V.; DÍAZ-RAMÍREZ, M. Chia (*Salvia hispanica* L.) seed mucilage release characterisation. Amicrostructural and image analysis study. **Industrial Crops and Products**, v. 51, p. 453–462, 2013.
- SANDOVAL-OLIVEROS, M.R.; PAREDES-LÓPEZ, O. Isolation and Characterization of Proteins from Chia Seeds (*Salvia hispanica* L.). **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 61, p. 193–201, 2013.
- SCIARINI, L.S.; MALDONADO, F.; RIBOTTA, P.D.; PÉREZ, G.T.; LEÓN, A.E. Chemical composition and functional properties of *Gleditsia triacanthos* gum. **Food Hydrocolloids**, v. 23, p. 306–313, 2009.

SEGURA-CAMPOS, M.R.; ACOSTA-CHI, Z.; ROSADO-RUBIO, G.; CHEL-GUERRERO, L.; BETANCUR-ANCONA, D. Whole and crushed nutlets of chia (*Salvia hispanica*) from Mexico as a source of functional gums. **Food Science and Technology**, v. 34, n. 4, p. 701-709, 2014.

SEGURA-CAMPOS, M.R.; SALAZAR-VEGA, I.M.; CHEL-GUERRERO, L.A.; BETANCUR-ANCONA, D.A. Biological potential of chia (*Salvia hispanica* L.) protein hydrolysates and their incorporation into functional foods. **LWT - Food Science and Technology**, v. 50, p. 723-731, 2013.

SHEN, R.; LUO, S.; DONG, J. Application of oat dextrine for fat substitute in mayonnaise. **Food Chemistry**, v. 126, p. 65-71, 2011.

SHITTU, T.A.; RASHIDAT, A.A.; EVELYN, O.A. Functional effects of xanthan gum on composite cassava-wheat dough and bread. **Food Hydrocolloids**, v. 23, n. 8, p. 2254-2260, 2009.

SONG, J.Y.; KWON, J. Y.; CHOI, J.; KIM, Y. C.; SHIN, M. Pasting properties of non-waxy rice starch-hydrocolloid mixtures. **Starch/Stärke**, v. 58, n. 5, p. 223-230, 2006.

SPADA, J.C.; DICK, M.; PAGNO, C.H.; VIEIRA, A.C.; BERNSTEIN, A.; COGHETTO, C.C.; MARCZAK, L.D.F.; TESSARO, I.C.; CARDOZO, N.S.M.; FLÔRES, S.H. Caracterização física, química e sensorial de sobremesas à base de soja, elaboradas com mucilagem de chia. **Ciência Rural**, v. 44, n. 2, p. 374-379, 2014.

SPEHAR, C. R.; SANTOS, R. L. B. Quinoa BRS Piabiru: alternativa para diversificar os sistemas de produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 6, p. 889-893, 2002.

STEFFOLANI, E.; MARTINEZ, M.M.; LE, A.E.; GOMEZ, M. 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, n. 2, p. 401-406, 2015.

SU, H.; LIEN, C.; LEE, T.; HO, J. Development of low-fat mayonnaise containing polysaccharide gums as functional ingredients. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, n. 5, p. 806-812, 2010.

TAVARES, S.A. Caracterização e utilização de **mucilagem de inhame (*Discorea spp*) como emulsificante em pão de forma**. 2009. 120f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

TAVARES, S.A.; PEREIRA, J.; GUERREIRO, M.C.; PIMENTA, C.J.; PEREIRA, L.; MISSAGIA, S.V. Caracterização físico-química da mucilagem de inhame liofilizada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, nº 5, p. 973 -979, 2011

TEH, S.; BIRCH, J. Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed hemp, flax and canola seed oils. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 30, p. 26-31, 2013.

TOLEDO, R.T. **Fundamentals of Food Process Engineering**. 3 ed. Georgia, EUA: Springer, 586 p. 2007.

- TOMBINI, J. **Aproveitamento tecnológico da semente de chia (*Salvia hispanica* L.) na formulação de barra alimentícia.** 2013. 36f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2013.
- TOSCO, G. Os benefícios da chia em humanos e animais. **Atualidades Ornitológicas**, n. 119, p. 7, 2004.
- TUBARI, E.; SUMNU, G.; SAHIN, S. Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. **Food Hydrocolloids**, v. 22, p 305-312, 2008.
- UTPOTT, M. **Utilização da mucilagem de chia (*Salvia hispanica* L.) na substituição de gordura e/ou gema de ovo em maionese.** 2012. 50f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- VÁZQUEZ-OVANDO, A.; ROSADO-RUBIO, G., CHEL-GUERRERO, L.; BETANCUR-ANCONA, D. Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). **Food Science and Technology**, v. 42, p. 168–173, 2009.
- WATT, B.; MERRILL, A.L. **Composition of foods: raw, processed, prepared.** Washington, DC: Consumer and Food Economics Research Division/ Agricultural Research Service, p.198 (Agriculture Handbook, 8), 1963.
- WHO - World Health Organization. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases.** WHO Technical Report Series, v. 916, 2003.
- WORRASINCHAI, S.; SUPHANTHARIKA, M.; PINJAI, S.; JAMNONG, P. β -Glucan prepared from spent brewer's yeast as a fat replacer in mayonnaise. **Food Hydrocolloids**, v. 20, p. 68–78, 2006.
- YADAV, M.P.; MOREAU, R.A.; HICKS, K.B. Phenolic acids, lipids, and proteins associated with purified corn fiber arabinoxylans. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 3, p. 943–947, 2007.
- ZAMBRANO, F.; HIKAGE, A.; ORMENESE, R.C.C.; MONTENEGRO, F.M.; RAUEN-MIGUEL, A.M. Efeito das Gomas Guar e Xantana em Bolos como Substitutos de Gordura. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 8, n. 1, p. 63-71, 2005.
- ZAVAREZE, E.R.; MORAES, K.S.; SALAS-MELLADO, M.M. Qualidade tecnológica e sensorial de bolos elaborados com soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, p. 100-105, 2010.
- ZIOLKOVSKA, A. Laws of flaxseed mucilage extraction. **Food Hydrocolloids**, v. 26, p. 197-204, 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Ficha de avaliação do pão adicionado de mucilagem de chia

Ficha de Avaliação Sensorial

Análise Sensorial de pão adicionado de mucilagem de chia

Nome: _____ Data: _____

Sexo: () M () F Escolaridade: _____

Faixa etária: () Menos de 18 anos () de 18 a 35 anos () de 35 a 50 anos () mais de 50 anos

Por gentileza, responda primeiramente, as seguintes perguntas:

1. Você costuma consumir pão em que frequência?

- () Diariamente () 1-2 vezes/semana () 3-4 vezes/semana
() Quinzenalmente () Mensalmente () Nunca

2. Qual tipo de pão você mais consome?

- () Branco (frânces) () Branco (pão de forma)
() Integral (frânces ou forma) () Outro: _____

3. Para você, qual o fator decisivo para comprar pão?

- () Preço () Benefício (presença de algum ingrediente diferenciado)
() Sabor () Outro: _____

Você está recebendo 2 amostras codificadas de pão adicionado de mucilagem de chia. Utilizando a escala apresentada abaixo, atribua valores para cada um dos atributos de cada amostra, preenchendo os campos determinados.

		Notas	
9 - Gostei muitíssimo			
8 - Gostei muito	Amostra	_____	_____
7 - Gostei moderadamente	Aparência	_____	_____
6 - Gostei ligeiramente	Cor da casca	_____	_____
5 - Indiferente	Cor do miolo	_____	_____
4 - Desgostei ligeiramente	Odor	_____	_____
3 - Desgostei moderadamente	Textura	_____	_____
2 - Desgostei muito	Sabor	_____	_____
1 - Desgostei muitíssimo	Qualidade global	_____	_____

• **Em relação à amostra, você:**

- 5 - Certamente compraria
4 - Provavelmente compraria
3 - Talvez compraria / talvez não compraria
2 - Provavelmente não compraria
1 - Certamente não compraria
- | | | |
|---------|-------|-------|
| Amostra | _____ | _____ |
| Nota | _____ | _____ |

APÊNDICE 2 – Ficha de avaliação do bolo adicionado de mucilagem de chiaFicha de Avaliação Sensorial**Análise Sensorial de bolo de chocolate adicionado de mucilagem de chia**

Nome: _____ Data: _____

Sexo: () M () F Escolaridade: _____

Faixa etária: () Menos de 18 anos () de 18 a 35 anos () de 35 a 50 anos () mais de 50 anos

Por gentileza, responda primeiramente, as seguintes perguntas:

1. Você costuma consumir bolo de chocolate em que frequência?

- () Diariamente () 1-2 vezes/semana () 3-4 vezes/semana
 () Quinzenalmente () Mensalmente () Nunca

2. Qual tipo de bolo você mais consome?

- () Fofo () Mole

3. Para você, qual o fator decisivo para comprar bolo?

- () Preço () Benefício (presença de algum ingrediente diferenciado)
 () Sabor () Outro: _____

Você está recebendo 2 amostras codificadas de bolo de chocolate adicionado de mucilagem de chia. Utilizando a escala apresentada abaixo, atribua valores para cada um dos atributos de cada amostra, preenchendo os campos determinados.

		Notas	
9 - Gostei muitíssimo	Amostra	_____	_____
8 - Gostei muito	Aparência	_____	_____
7 - Gostei moderadamente	Cor da casca	_____	_____
6 - Gostei ligeiramente	Cor do miolo	_____	_____
5 - Indiferente	Odor	_____	_____
4 - Desgostei ligeiramente	Textura	_____	_____
3 - Desgostei moderadamente	Sabor	_____	_____
2 - Desgostei muito	Qualidade global	_____	_____
1 - Desgostei muitíssimo			

- **Em relação à amostra, você:**

5 - Certamente compraria

4 - Provavelmente compraria

3 - Talvez compraria / talvez não compraria

2 - Provavelmente não compraria

1 - Certamente não compraria

Amostra _____

Nota _____

APÊNDICE 3 – Ficha de avaliação da maionese adicionada de mucilagem de chia

Ficha de Avaliação Sensorial

Análise Sensorial de maionese adicionada de mucilagem de chia

Nome: _____ Data: _____

Sexo: () M () F Escolaridade: _____

Faixa etária: () Menos de 18 anos () de 18 a 35 anos () de 35 a 50 anos () mais de 50 anos

Por gentileza, responda primeiramente, as seguintes perguntas:

1. Você costuma consumir maionese em que frequência?

- () Diariamente () 1-2 vezes/semana () 3-4 vezes/semana
() Quinzenalmente () Mensalmente () Nunca

2. Qual tipo de maionese você mais consome?

- () Pote () Sachê

Você está recebendo 4 amostras codificadas de maionese adicionada de mucilagem de chia. Utilizando a escala apresentada abaixo, atribua valores para cada um dos atributos de cada amostra, preenchendo os campos determinados.

		Notas			
	AMOSTRA	_____	_____	_____	_____
9 - Gostei muitíssimo					
8 - Gostei muito					
7 - Gostei moderadamente	Aparência	_____	_____	_____	_____
6 - Gostei ligeiramente	Cor	_____	_____	_____	_____
5 - Indiferente	Odor	_____	_____	_____	_____
4 - Desgostei ligeiramente	Textura	_____	_____	_____	_____
3 - Desgostei moderadamente	Sabor	_____	_____	_____	_____
2 - Desgostei muito	Qualidade global	_____	_____	_____	_____
1 - Desgostei muitíssimo					

• **Em relação à amostra, você:**

- 5 - Certamente compraria
4 - Provavelmente compraria
3 - Talvez compraria / talvez não compraria
2 - Provavelmente não compraria
1 - Certamente não compraria

Amostra _____
Nota _____

ANEXOS

Anexo 1 - Pontuação total: Qualidade do pão. Planilha El-Dash

CARACTERÍSTICAS EXTERNAS	VALOR MÁXIMO	NOTA
Volume específico (VE x 3,33)	20	
Cor da crosta (fatores indesejáveis: não uniforme, opaca, muito clara, muito escura)	10	
Quebra (fatores indesejáveis: muito pequena, áspera, lados desiguais)	05	
Simetria (fatores indesejáveis: laterais, pontas e parte superior desiguais)	05	
SUBTOTAL	40	

CARACTERÍSTICAS INTERNAS	VALOR MÁXIMO	NOTA
Características da crosta (fatores indesejáveis: crosta “borrachenta”, quebradiça, dura, muito grossa, muito fina)	05	
Cor do miolo (características indesejáveis: miolo cinza, opaco, desigual, escuro)	10	
Textura do miolo (fatores indesejáveis: falta de uniformidade, miolo áspero, compacto, seco)	10	
Estrutura da célula do miolo (fatores indesejáveis: falta de uniformidade, buracos muito abertos ou fechados)	10	
SUBTOTAL	35	

AROMA E SABOR	VALOR MÁXIMO	NOTA
Aroma (fatores indesejáveis: falta de aroma, aroma desagradável, “estranho”, muito fraco ou forte)	10	
Gosto (fatores indesejáveis: ácido, “estranho”, sabor de goma ou massa, gosto residual)	15	
SUBTOTAL	25	

TOTAL	100	
--------------	------------	--

Anexo 2 – Escore Tecnológico: Qualidade do bolo de chocolate. AACC....

ESCORE TECNOLÓGICO			
A. ESTRUTURA	1. Uniformidade	(a) Uniforme (normal)	10
		(b) Levemente desuniforme	6
		(c) Desuniforme	2
	2. Tamanho dos alvéolos	(a) Compactos (normal)	10
		(b) Fechados	8
		(c) Levemente abertos	6
		(d) Abertos	4
	3. Espessura das paredes	(a) Fina (normal)	10
		(b) Levemente grossa	6
(c) Grossa		2	
B. GRÃO		(a) Sedoso (normal)	16
		(b) Áspero	10
		(c) Grosseiro (pão de milho)	8
C. TEXTURA	1. Umidade	(a) Úmido (normal)	10
		(b) Levemente seco	8
		(c) Gomoso	6
		(d) Seco	2
	2. Maciez	(a) Muito macio (normal)	14
		(b) Macio	12
		(c) Levemente duro	10
		(d) Duro	4
	3. Coesividade	(a) Tenro (normal)	10
		(b) Levemente firme	8
(c) Firme		4	
D. COR DO MIOLO		(a) Creme brilhante (normal)	10
		(b) Levemente opaco ou branco	8
		(c) Branco	6
		(d) Levemente opaco e branco	4
E. FLAVOR		(a) Normal	10
		(b) Estranho	0
TOTAL			

Anexo 3 - Documento de aprovação do comitê de ética

CEPAS/FURG
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA NA ÁREA DA SAÚDE
Universidade Federal do Rio Grande - FURG
www.cepas.furg.br

PARECER Nº 74/2015

CEPAS 29/2015

CAAE: 45424115.6.0000.5324

Processo: 23116.004290/2015-53

Título da Pesquisa: UTILIZAÇÃO DA MUCILAGEM DE CHIA PARA APLICAÇÃO EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS.

Pesquisador: Sibebe Santos Fernandes.

PARECER DO CEPAS:

O Comitê, considerando tratar-se de um trabalho relevante, o que justifica seu desenvolvimento, bem como o atendimento à pendência informada no parecer 64/2015, emitiu o parecer de **APROVADO** para o projeto “**UTILIZAÇÃO DA MUCILAGEM DE CHIA PARA APLICAÇÃO EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS.**”

Está em vigor, desde 15 de novembro de 2010, a Deliberação da CONEP que compromete o pesquisador responsável, após a aprovação do projeto, a obter a autorização da instituição co-participante e anexá-la ao protocolo do projeto no CEPAS. Pelo exposto, o pesquisador responsável deverá verificar se seu projeto está obedecendo a referida deliberação da CONEP.

Segundo normas da CONEP, deve ser enviado relatório **semestral** de acompanhamento ao Comitê de Ética em Pesquisa, conforme modelo disponível na página

Data de envio do **relatório final**: 01/04/16.

Rio Grande, RS, 16 de julho de 2015.

Eli Sinnott Silva
Profª. Eli Sinnott Silva

Coordenadora do CEPAS/FURG

Anexo 4 – Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Título da Pesquisa: “Produção e aplicação de mucilagem de chia (*Salvia hispanica* L.) em produtos alimentícios”

Nome do (a) Pesquisador (a): Sibeles Santos Fernandes

Nome do (a) Orientador (a): Myriam de las Mercedes Salas Mellado

- 1. Natureza da pesquisa:** A Sra. (Sr.) está sendo convidada (o) a participar desta pesquisa que tem como finalidade o desenvolvimento de um produto funcional (maionese/pão/bolo adicionados de mucilagem de chia). A maionese, o pão e o bolo serão produzidos de acordo com as normas de higiene e segurança exigidos através de Boas Práticas de Fabricação segundo a Resolução - RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002.
- 2. Participantes da pesquisa:** No mínimo 50 julgadores não treinados, entre professores e alunos da instituição, todos consumidores de maionese, pão e bolo.
- 3. Envolvimento na pesquisa:** Ao participar deste estudo a Sra. (Sr.) permitirá que os pesquisadores utilizem suas respostas para publicar na dissertação de mestrado em Engenharia e Ciências de Alimentos. A Sra. (Sr.) tem liberdade de se recusar a participar e ainda se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo para a Sra. (Sr.). Além disso, sempre que quiser poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone dos pesquisadores do projeto e, se necessário através do telefone do Comitê de Ética em Pesquisa.
- 4. Sobre as entrevistas:** Serão feitas duas perguntas para saber o quanto a Sra. (Sr.) gostou do produto, e se a Sra. (Sr.) normalmente consumiria maionese, pão e bolo adicionados de mucilagem de chia. Através de uma ficha de avaliação será solicitado em uma escala de 5 pontos (1 – certamente não compraria à 5 – certamente compraria) e utilizando uma escala hedônica de nove pontos, tendo em um extremo a qualificação “desgostei muitíssimo”, no centro “indiferente” e na outra extremidade “gostei muitíssimo” avalie os atributos aparência, cor, aroma, textura, sabor e qualidade global.
- 5.** Antes de aceitar participar da pesquisa, leia atentamente as explicações que informam sobre o procedimento da pesquisa:

a) Cada participante receberá 2 amostras diferenciadas de maionese, pão e bolo. O procedimento terá o tempo de duração de aproximadamente 15 minutos para a degustação das amostras.

b) As amostras serão provadas individualmente, e entre as amostras, o participante receberá água mineral para lavagem da cavidade oral e neutralização do paladar.

c) O participante receberá uma ficha de avaliação para cada grupo de amostras.

Durante a sua participação, você poderá recusar a responder a qualquer pergunta.

6. Riscos e desconforto: A participação nesta pesquisa não infringe as normas legais e éticas. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução nº. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Os procedimentos usados oferecem riscos mínimos. Caso o julgador sinta algum desconforto estomacal como náusea ou apresente outros problemas, este será encaminhado inicialmente ao ambulatório da Universidade Federal do Rio Grande (FURG)– Campus Rio Grande para que receba um primeiro atendimento, que está localizado na Avenida Itália, km 08, cep 96201-900, no mesmo endereço do Laboratório de Análise Sensorial e Controle de Qualidade da FURG, campus Carreiros, onde serão realizados os testes de análise sensorial das maioneses, pães e bolos. Se necessário, após atendimento no ambulatório do Campus Carreiros, o julgador será encaminhado ao Pronto Atendimento do Hospital Universitário da FURG.

7. Confidencialidade: Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente os pesquisadores e seu orientador (e/ou equipe de pesquisa) terão conhecimento de sua identidade e nos comprometemos a mantê-la em sigilo até publicar os resultados dessa pesquisa.

8. Benefícios: Ao participar desta pesquisa a Sra. (Sr.) não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo obtenha informações importantes sobre as características sensoriais de maionese, pão e bolo adicionados de mucilagem de chia, de forma que a partir desta pesquisa possam ser disponibilizados produtos de melhor qualidade a disposição do público consumidor, já que a semente de chia é a forma vegetal em que se encontra o maior teor dos ácidos graxos essenciais ômega-3 e ômega-6, além de ser rica em proteínas e fibras. Os pesquisadores se comprometem a divulgar os resultados obtidos, respeitando-se o sigilo das informações coletadas, conforme previsto no item anterior.

9. Pagamento: A Sra. (Sr.) não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto preencha, por favor, os itens que se seguem: Confiro que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

Obs: Não assine esse termo se ainda tiver dúvida a respeito.

Consentimento Livre e Esclarecido

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa.

Nome do Participante da Pesquisa

Assinatura do Participante da Pesquisa

Assinatura do Pesquisador

Assinatura do Orientador

Pesquisador: Sibeles Santos Fernandes, (53) 9979-1419

Telefone do Comitê: (53) 3233-0235

E-mail: cepas@furg.br