

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE ENSINO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

JULIANE PIATI
LUANA THAIS MALACARNE
RUANA EVELIN GALL

**SORVETE COM LEITE DE CABRA ADICIONADO DE MUCILAGEM
DE CHIA (*Salvia hispânica L.*) e FARINHA DE SEMENTE DE
ALFARROBA (*Seratonia siliqua L.*)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA-PR

2015

JULIANE PIATI
LUANA THAIS MALACARNE
RUANA EVELIN GALL

**SORVETE COM LEITE DE CABRA ADICIONADO DE MUCILAGEM
DE CHIA (*Salvia hispânica L.*) e FARINHA DE SEMENTE DE
ALFARROBA (*Seratonia siliqua L.*)**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau de Tecnólogo do Curso Superior em Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Medianeira.

Professor Orientador: Prof^a. M.sc. Marcia Alves Chaves.

Professor Co-Orientador: Prof^a.Dr^a Eliane Colla

MEDIANEIRA-PR

2015



TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho:

Sorvete com Leite de Cabra Adicionado de Mucilagem de chia (*Salvia hispânica L.*) e Farinha de Alfarroba (*Seratonia siliqua L.*).

Alunos:

Juliane Piati

Luana Thais Malacarne

Ruana Evelin Gall

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 14 horas do dia **17 de junho de 2015** como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado¹.

Professor (a): Marcia Alves Chaves
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Orientadora)

Professor (a): Eliane Colla
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Co-orientadora)

Professor (a): Gláucia Cristina Moreira
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Convidada)

Professor (a): Eliana Maria Baldissera
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Convidada)

Prof.º Fábio Avelino Bublitz Ferreira
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Responsável pelas atividades de TCC)

¹ A folha de aprovação assinada encontra-se na coordenação de curso

DEDICATÓRIA

Dedico a realização deste trabalho a minha família e a todas as pessoas que apoiaram-me e ajudaram-me a concluir mais esta etapa da minha caminhada.

Juliane Piati

Á DEUS, razão de todas as coisas. Meus pais, minha família e amigos que não mediram esforços para me ajudar e incentivar sempre que possível.

Luana Thais Malacarne

Dedico este trabalho a minha família e a todos que me incentivaram e apoiaram para que tornasse esse sonho realidade.

Ruana Evelin Gall

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS por ter me dado forças e saúde para a realização deste trabalho. A minha mãe, meu namorado e a todas as pessoas mais próximas pelo incentivo e apoio incondicional em cada momento desta caminhada.

Os singelos agradecimentos aos professores que acompanharam nossa jornada acadêmica no decorrer do percurso, a professora co-orientadora Dr^a. Eliane Colla e em especial a nossa orientadora *M.sc.* Marcia Alves Chaves, que não poupou esforços e esteve sempre à disposição para nos ajudar e tornar este trabalho possível. Também a UTFPR por ceder seus equipamentos e instalações na realização do projeto, bem como o auxílio dos técnicos dos laboratórios.

Enfim, a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a conclusão deste trabalho, meu muito obrigado.

Juliane Piati

Primeiramente, a DEUS, por me dar saúde e força para chegar até aqui, a minha família e amigos, apoiando-me nas horas difíceis e comemorando nos momentos de felicidade. A UTFPR, pela disponibilidade de estrutura, laboratórios e biblioteca com o acervo para pesquisas e a todos os professores do curso, que passaram seus conhecimentos e experiência, a professora co-orientadora Dr^a. Eliane Colla e especialmente, nossa orientadora, *M.sc.* Marcia Alves Chaves por toda paciência e atenção, nos dando força e incentivo para que não desistíssemos dos nossos objetivos. Com muito carinho, o meu obrigado!

Luana Thais Malacarne

Agradeço primeiramente a DEUS que iluminou meu caminho, aos meus pais, toda a minha família e amigos pelo incentivo e apoio, por estarem ao meu lado nos momentos bons e ruins, permitindo que eu chegasse até aqui.

A UTFPR, pela estrutura oferecida para que pudéssemos realizar as análises e toda pesquisa que culminou no desenvolvimento deste trabalho. A todos os professores que passaram seus conhecimentos durante o curso, a professora co-orientadora Dr^a. Eliane Colla e em especial a nossa professora orientadora *M.sc.* Marcia Alves Chaves pela paciência, esforço e toda a dedicação para realizar este trabalho. Meus sinceros agradecimentos, sem vocês nada disso seria possível!

Ruana Evelin Gall

PENSAMENTO

“Faça o melhor que puder, seja o melhor que puder, o resultado virá na mesma proporção do seu esforço”.

Mahatma Gandhi

RESUMO

PIATI, Juliane. MALACARNE, Luana. GALL, Ruana Evellin. Sorvete com Leite de Cabra Adicionado de Mucilagem de Chia (*Salvia hispânica L.*) e Farinha de Semente de Alfarroba. 2015. 83 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

Preocupados com um estilo de vida mais saudável, muitos consumidores têm buscado por alimentos com teor reduzido de calorias, os quais atendam as mesmas características tecnológicas proporcionadas pela versão tradicional. Neste intuito, objetivou-se elaborar formulações de sorvete com substituição do emulsificante e estabilizante comercial por farinha de alfarroba e a gordura vegetal hidrogenada por mucilagem de chia em tempos distintos de maturação da calda. Após a realização de pré-testes, utilizou-se um Planejamento Fatorial Completo – PFC (2^3) para determinar as concentrações destas variáveis nas características tecnológicas de teor de lipídios, valor energético e força de compressão, bem como avaliar a composição: proximal (umidade, cinzas, proteína bruta, lipídios totais e carboidratos totais) física (*overrun*, densidade aparente e sólidos totais) e instrumental (cor e atividade água) de sorvete elaborado com leite de cabra. Também foram avaliadas as características das matérias-primas (mucilagem e leite *in natura*). Os resultados apontaram para um elevado teor de umidade na mucilagem de chia (99,66 g/100g), o que pode ter ocasionado o baixo rendimento da mesma após o processo de liofilização (31,80 para 0,21 %). O tempo de exsudação do gel foi observado em 2 horas de hidratação, não sendo possível a remoção de toda mucilagem a qual permaneceu firmemente aderida às sementes. As três variáveis estudadas, quando nos níveis superiores, apresentaram forte interação promovendo a elevação da força de compressão (Formulação 8: 14.507,51 g). O teor de lipídios e o valor energético mostraram-se conforme o aumento na concentração de mucilagem de chia, sendo que na formulação 14 isenta de gordura hidrogenada, observou-se também maiores médias para *overrun* (42,11 %) e densidade aparente (181,82 g/L). Para composição proximal, os parâmetros avaliados permaneceram constantes, com exceção da proteína bruta, que indicou aumentos reduzidos conforme a adição de farinha de alfarroba, elevando-se também o teor de umidade. Conclui-se que a mucilagem pode ser utilizada como substituto em sorvete, pois apresentou boas características tecnológicas de incorporação de ar e derretibilidade, em especial para Formulação 14. Contudo, novos estudos devem ser propostos para melhorar as condições de extração desta goma e avaliar seus efeitos sobre a estrutura do sorvete.

Palavras-chave: sorvete; força de compressão; substitutos de gordura.

ABSTRACT

PIATI, Juliane. MALACARNE, Luana. GALL, Ruana Evellin. Sorvete com Leite de Cabra Adicionado de Mucilagem de Chia (*Salvia hispânica L.*) e Farinha de Semente de Alfarroba. 2015. 83 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

Concerned about a healthier lifestyle, many consumers have been looking for foods with reduced calories, which meet the same technological features offered by traditional version. To this end, it aimed to prepare ice cream formulations substituting the emulsifier and stabilizer for commercial carob flour and hydrogenated vegetable fat by mucilage chia at different times of the syrup maturation. After conducting preliminary tests, we used a complete Factorial Planning - PFC (2^3) to determine the concentrations of these variables on technological characteristics of lipid content, energy value and compressive strength as well as assess the composition: proximal (moisture, ash, crude protein, total fat and total carbohydrates) physical (overrun, bulk density and total solids) and instrumental (color and water activity) ice cream made with goat's milk. We evaluated the characteristics of raw materials (mucilage and fresh milk). The results showed a high moisture content in mucilage chia (99.66 g/100 g), which may have caused the low yield of the same after the lyophilization process (31.80 to 0.21%). The time from exudation of the gel was observed within 2 hours of hydration, it is not possible to remove all mucilage which remained firmly adhered to the seeds. The three variables, when the upper levels, showed strong interaction promoting high compression strength (F8: 14507.51 g). The lipid content and energy value proved to be reduced with the increase in the concentration of mucilage chia, and in the formulation free of hydrogenated fat, also observed higher means to overrun (42.11%) and bulk density (181 , 82 g / L). For proximal composition, the evaluated parameters remained constant, except for crude protein, which indicated increased as the addition of carob flour also rising up the moisture content. It follows that the mucilage can be used as a substitute for ice cream had good technological characteristics as air incorporation and derretibilidade, especially for formulation F14. However, further studies should be proposed to improve the extraction conditions of this gum and evaluate its effects on the ice structure.

Keywords: *ice cream; compressive strength; fat substitutes.*

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01: Cabra da raça Saanen	17
FIGURA 02: Fruto da alfarrobeira: vagem (a) semente (b).	23
FIGURA 03: Estrutura Química da Goma Locust Bean Gum (LBG) de Alfarroba.....	24
FIGURA 04: Planta que origina as sementes de chia (<i>Salvia hispânica L.</i>).....	26
FIGURA 05: Imagens ópticas de sementes de chia (<i>Salvia hispânica L.</i>): (a) sementes de coloração bege e marrom escura sem hidratação; (b) semente hidratada formando a cápsula mucilagínosa; (c- h) seção histológica de toda semente de acordo com as condições da água (c-d) presença de uma camada interna ramificada e uma camada externa na parede exterior da célula epidérmica que se rompeu e lançou a mucilagem ao redor da semente; (e) tegumento que reveste a semente com suas três camadas celulares: camada exterior ou exocarpo onde está localizada a mucilagem, camada intermediária ou mesocarpo, com longas e finas estruturas de fibras, camada interna ou endocarpo, representada por uma fina camada; (f) fibras totalmente desenvolvidas após a hidratação formando uma estrutura em forma de vulcão denominado collumella, as quais estão distribuídas uniformemente sobre a superfície da semente; (g) material da parede celular ligado a columella e formação de pequenos aglomerados de células esféricas; (h) presença de agregados alongados e ramificados (fibras) ao longo da semente	29
FIGURA 06: Consumo (milhões de litros) de sorvete no Brasil de 2003 a 2014.....	31
FIGURA 07: Estrutura do sorvete (a) e efeito do tamanho das bolhas de ar no espaço disponível para o crescimento dos cristais de gelo (a)	34
FIGURA 08: Etapas do Processamento das Formulações de Sorvete.....	39
FIGURA 09: Mucilagem da semente de chia exsudada após 2 horas de hidratação e agitação.....	48
FIGURA 10: Análise do tempo de derretimento das formulações de sorvete após 15 minutos de exposição à temperatura ambiente (25 °C).....	59

LISTA DE TABELAS

TABELA 01: Composição química do leite de cabra, ovelha e vaca	18
TABELA 02: Principais derivados de leite de cabra produzidos nos estados brasileiros	21
TABELA 03: Ingredientes utilizados na formulação padrão do sorvete	37
TABELA 04: Pré-teste das formulações com adição da mucilagem de chia e farinha da semente de alfarroba.....	38
TABELA 05: Níveis reais e codificados das variáveis estudadas no planejamento fatorial completo - PFC (2^3).....	40
TABELA 06: Matriz do planejamento fatorial completo PFC (2^3) com valores reais (entre parênteses) e codificados das variáveis estudadas.....	41
TABELA 07: Caracterização do leite de cabra <i>in natura</i>	45
TABELA 08: Composição proximal da mucilagem da chia.....	49
TABELA 09: Matriz do PFC (2^3) com valores reais (entre parênteses) e codificados das variáveis estudadas	51
TABELA 10: Efeito das variáveis estudadas no planejamento fatorial completo PFC (2^3) sobre a resposta de lipídios totais (g/100g) força de compressão (g) e valor energético (Kcal/100g) das formulações de sorvete	52
TABELA 11: Análise da densidade aparente, <i>overrun</i> e sólidos totais das formulações de sorvete.....	55
TABELA 12: Composição proximal das formulações de sorvete	61
TABELA 13: Análises instrumentais de cor e atividade água das formulações de sorvete.....	63

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. OBJETIVO GERAL	14
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1. LEITE DE CABRA	15
3.1.1. Produção e qualidade do leite de cabra	15
3.1.2. Características e composição do leite de cabra	17
3.1.3. Produtos desenvolvidos com o leite de cabra.....	20
3.2. ALFARROBA (<i>Seratonia siliqua L.</i>).....	22
3.2.1. Características da alfarroba e seus derivados.....	22
3.3. CHIA (<i>Salvia hispânica L.</i>).....	25
3.3.1. Histórico e produtividade da chia	25
3.3.2. Características e composição das sementes de chia	26
3.3.3. Mucilagem das sementes de chia.....	27
3.4. SORVETE	30
3.4.1. Histórico da origem e consumo do sorvete.....	30
3.4.2. Composição do sorvete e formação da sua estrutura	32
3.4.2.1. Substitutos de gordura no sorvete	35
4. MATERIAL E MÉTODOS	36
4.1. MATERIAL	36
4.2. MÉTODOS	36
4.2.1. Extração da mucilagem da chia (<i>Salvia hispânica L.</i>).....	36
4.2.2. Testes preliminares e elaboração do sorvete	37

4.2.3.	Planejamento fatorial completo PFC (2 ³).....	39
4.2.4.	Análises do leite de cabra <i>in natura</i> e da mucilagem de chia	42
4.2.5.	Análises das formulações de sorvete	43
4.2.6.	Análise estatística dos dados	44
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5.1.	CARACTERIZAÇÃO DO LEITE DE CABRA <i>IN NATURA</i>	45
5.2.	EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA MUCILAGEM De CHIA (<i>Salvia hispânica L.</i>).....	47
5.3.	ANÁLISES DO SORVETE	50
5.3.1.	Efeitos da concentração de mucilagem de chia, farinha de semente de alfarroba e tempo de maturação sobre as características de força de compressão, teor de lipídios totais e valor energético das formulações de sorvete.	50
5.3.2.	Características físicas.....	54
5.3.3.	Caracterização da composição proximal	60
5.3.4.	Análises instrumentais	62
6.	CONCLUSÃO.....	64
7.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	65
	REFERÊNCIAS.....	66

1. INTRODUÇÃO

O leite de cabra é um alimento diferenciado, pois tem-se apresentado como um produto de maior digestibilidade devido a proporção de pequenos glóbulos de gordura, além de apresentar potencial de alergenicidade reduzida em função das diferenças na caseína que o compõe. Estas características de funcionalidade biológica o tornam um alimento com grande potencial na elaboração de derivados lácteos, sendo a produção de sorvete a partir de leite de cabra em substituição ao leite bovino, atrativo, em razão das suas propriedades nutricionais, antialérgicas e sensoriais (BOMFIM et al., 2013; JENNESS, 1980; PARK, 1994).

A busca por uma alimentação mais saudável tem despertado interesse dos consumidores e o desenvolvimento de sorvetes com reduzido teor de gordura já foram realizados por alguns pesquisadores, conforme Murtaza et al. (2004), Aykan, Sezgin e Guzel-Seydim (2008), Boff (2012), Mahdian e Karazhian (2013), entre outros. Contudo, a substituição da base gordurosa nem sempre proporciona boas características tecnológicas, principalmente de textura.

Para compensar a retirada da gordura, que atua como um componente estrutural em sorvetes tem-se utilizado alguns hidrocolóides como a goma de alfarroba, extraída das sementes desta vagem, a qual retarda a taxa de crescimentos dos cristais de gelo, proporcionando melhor características de fusão e redução da dureza (ESTABILIZANTES EM SORVETES, 2015).

Ainda, a descoberta por novas fontes de mucilagem tem despertado interesse no uso dessas secreções em alimentos. Segundo Gômes e Colín (2008), a mucilagem de chia é um polissacarídeo útil como fibra solúvel e dietética, evidenciando sua grande capacidade de reter e absorver água, podendo ser utilizada como um agente emulsionante e estabilizante de emulsões. Estas sementes, quando mergulhadas em água, exsuda um gel transparente mucilaginoso, permitindo sua aplicação em diversos produtos na indústria de alimentos melhorando o valor nutricional e as características como a textura dos produtos alimentícios (LIN et al., 1994).

Contudo, de acordo com Muñoz et al. (2012 a), a mucilagem de chia é um novo ingrediente e apesar do seu potencial de aplicabilidade, tem sido pouco

estudada. Por este motivo, não são encontrados muitos relatos referentes à sua composição, especialmente em base úmida, revelando que os dados encontrados neste trabalho e pesquisas posteriores, podem ser úteis na elucidação de seus componentes.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi realizar a extração da mucilagem de sementes de chia e utilizá-la na elaboração de sorvete, por intermédio de um planejamento fatorial completo- PFC (2^3) a fim de investigar o efeito das variáveis (tempo de maturação, concentração de farinha de alfarroba e mucilagem de chia) nas propriedades tecnológicas deste produto.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Estudar a influência da adição da mucilagem de chia (*Salvia hispânica L.*), da farinha de semente da alfarroba (*Seratonia Siliqua L.*) e do tempo de maturação (horas) sobre as características físicas, instrumentais e de composição proximal de formulações de sorvete de leite de cabra.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Extrair a mucilagem das sementes de chia e utilizá-la como substituto da gordura vegetal hidrogenada, sendo este ingrediente usado na formulação padrão do sorvete.

Realizar análises da composição proximal na mucilagem de chia quanto à umidade, cinzas, lipídios totais, proteína bruta e carboidratos totais.

Utilizar a farinha das sementes de alfarroba como substituto do emulsificante e estabilizante comercial usados na formulação padrão do sorvete.

Utilizar o leite de cabra como matéria-prima na elaboração das formulações de sorvete.

Realizar análises do leite de cabra, quanto da composição proximal (umidade, cinzas, lipídios totais, proteína bruta e carboidratos totais), densidade, extrato seco total, extrato seco desengordurado e acidez titulável.

Desenvolver formulações de sorvete através de um Planejamento Fatorial Completo (2^3), utilizando diferentes concentrações da mucilagem de chia e farinha de alfarroba variando o tempo de maturação da calda.

Realizar nas formulações de sorvete, análises de composição proximal (umidade, cinzas, lipídios totais, proteína bruta e carboidratos totais), análises instrumentais (força de compressão, valor energético, cor e atividade de água) e análises físicas (derretibilidade, *overrun* e densidade aparente).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. LEITE DE CABRA

3.1.1. Produção e qualidade do leite de cabra

Segundo Ribeiro e Ribeiro (2010), a criação de cabras para a produção de leite é de fundamental importância em diversos países especialmente no Mediterrâneo, Oriente Médio, Europa Oriental e países Sul Americanos. Também, Fernandes (2013), salienta que os caprinos representam a terceira (3^a) espécie produtora de leite no mundo.

No cenário mundial, a população de caprinos vem aumentando a cada ano durante a última década, atingindo mais de 900 milhões de cabeças em 2010, com os maiores rebanhos situados na Índia (154 milhões de cabeças) e China (150 milhões de cabeças). Na América latina os maiores rebanhos localizam-se no Brasil, México e Argentina. Neste mesmo ano, o Brasil possuía cerca de 9.312.780 caprinos, constituindo o décimo sétimo (17^o) maior rebanho do mundo e contribuindo com 0,8 % da produção mundial de leite de cabra (FAOSTAT, 2012).

De acordo com os dados da *Food and Agricultural Organization* (2012), quanto à produção mundial de leite de cabra, no ano de 2010 foi registrada a marca de 17.374.310 milhões de toneladas produzidos. A produção leiteira no Brasil foi de 148.149 mil toneladas no mesmo período, posicionando-o em vigésimo (20^o) lugar no *ranking* mundial, atrás de países como Índia (1^o), França (5^o), Espanha (6^o) e Grécia (8^o).

Fonseca, Silva e Oliveira (2012) postulam que a criação de caprinos no Brasil teve início durante o período de colonização e até os anos 70, o rebanho nacional era constituído principalmente por animais sem raça definida e ecótipos nacionais que produziam leite para suas crias. Então, a partir de 1970 iniciou-se a produção de leite de cabra, quando surgiram as primeiras associações de produtores e também as primeiras importações de animais de raças leiteiras. Com isso, a atividade se desenvolveu primordialmente no Rio de Janeiro, onde o leite produzido era

destinado à fabricação de queijos finos e/ou pasteurizado e congelado para comercialização.

Segundo Bomfim et al. (2013), nos últimos anos, as duas regiões de maior produção de leite de cabra no Brasil, a citar, Nordeste e Sudeste, têm sofrido adaptações com implicações no crescimento e sustentabilidade da atividade. O Estado da Paraíba é ainda o maior produtor desta matéria-prima no país, seguida pelo estado do Rio de Janeiro. No Sul, o estado do Rio Grande do Sul se sobressai registrando também um importante papel na produção de leite ovino.

Segundo Fonseca, Silva e Oliveira (2012), as cabras adaptam-se bem aos mais variados sistemas de criação e seus produtos têm propriedades funcionais e nutritivas reconhecidas. A produção de caprinos é adequada às propriedades de agricultura familiar e passível de ser integrada a sistemas agroecológicos em micro bacias hidrográficas.

A adaptação dos caprinos à ampla variação de condições climáticas e de manejo faz com que eles apresentem maior eficiência produtiva, em relação a qualquer outro ruminante doméstico, como bovino, ovino, ou bubalino, estando presente em regiões com condições precárias para o desenvolvimento de outras espécies (QUADROS, 2008).

Entre as principais raças caprinas produtoras de leite, destaca-se a *Saanen*, um animal de pelagem branca, originária do Vale do *Saanen* na Suíça e considerada a cabra leiteira mais dispersa pelo mundo (Figura 01). A produção diária de leite para esta raça varia entre 2 a 3 litros, apresentando composição média de 3,0 a 3,2 % de proteína, 3,5 % de gordura e 4,4 % de lactose (RIBEIRO, 1997; PEREIRA, 2009).

Além disso, a caprinocultura leiteira tem aumentado sua participação no cenário agropecuário brasileiro de forma bastante significativa nos últimos tempos, observando-se maior exigência do mercado consumidor (CHAPAVAL et al., 2009).

Isso por que, de acordo com Rubino (1995), a exploração de cabras e previsivelmente a produção de leite não foi sempre bem vista, sendo por vezes difamada em muitas partes do mundo devido ao seu forte odor. Nos anos mais recentes tem-se convictamente demonstrado que o processo de ordenha higiênica e a refrigeração adequada podem reduzir o odor do leite de cabra e melhorar a qualidade desta matéria-prima e seus derivados (CAMPBELL et al., 1975).



FIGURA 01: Cabra da raça Saanen

Fonte: LÁZIA (2013)

O termo qualidade aplicado ao leite de cabra, refere-se então as condições de higiene, nível tecnológico e sanidade do rebanho, sendo que os principais meios para se atingir essa qualidade são: manter a saúde do úbere, ter um bom manejo de ordenha e controle zootécnico (EMBRAPA CAPRINOS, 2006).

Neste sentido, como a produção de leite é uma atividade cada vez mais competitiva, é importante quantificar e qualificar os fatores que podem influenciá-la, buscando ganhos efetivos na quantidade e na qualidade do leite produzido na tentativa de suprir a demanda nacional (COLDEBELLA et al., 2004).

3.1.2. Características e composição do leite de cabra

De acordo com a Instrução Normativa nº 37 de 31 de outubro de 2000, o leite de cabra é o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de animais da espécie caprina, sadios, bem alimentados e descansados. Quanto aos requisitos físico-químicos, o leite de cabra deve apresentar acidez entre 0,13 a 0,18 % de ácido láctico, densidade variando entre 1,028 a 1,034 g/mL, índice crioscópico entre -0,550 a -0,585 °H, e valores mínimos para sólidos não gordurosos (8,20 %), proteína total (2,8 %), lactose (4,3 %) e cinzas (0,7 %).

A coloração “branco puro”, característica deste produto, é justificada pela ausência de caroteno (precursor da vitamina A) responsável pela coloração mais amarelada no leite de vaca (MUNDIM, 2008).

Park et al. (2007), ressaltam que o conhecimento da composição e das propriedades físico-químicas próprias do leite caprino são essenciais para o desenvolvimento bem sucedido da caprinocultura leiteira, bem como para a comercialização dos produtos. As características do leite caprino podem ser influenciadas por fatores genéticos, fisiológicos, climáticos e, principalmente, de origem alimentar (COSTA, QUEIROGA e RIBEIRO, 2009).

Conforme Quadros (2015), os leites de cabra, ovelha e vaca apresentam diferenças entre si. A porcentagem média do teor de proteína do leite de cabra é de 3,4 %, distribuído na forma de caseína, lactoalbumina e nitrogênio não proteico. A caseína é predominante, com aproximadamente 80 % desse composto. As composições médias do leite destas espécies citadas estão representadas na Tabela 01.

TABELA 01: Composição química do leite de cabra, ovelha e vaca

Componentes	Leite de Cabra	Leite de Ovelha	Leite de Vaca
Água (%)	87,5	ND	87,2
Energia (cal)	67,0	107,0	66,0
Gordura (%)	3,8	7,6	3,7
Sólidos totais (%)	12,2	ND	12,3
Sólidos não gordurosos (%)	8,9	12,0	9,0
Lactose (%)	4,1	4,9	4,7
Proteína (%)	3,4	6,2	3,2
Cinzas Totais	0,85	0,90	0,71
Cálcio (%)	0,19	0,16	0,18
Fósforo (%)	0,27	0,14	0,23
Cloro (%)	0,15	0,27	0,1
Vitamina A (UI/g de gordura)	39,0	25,0	21,0
Vitamina B1(mg/100 mL)	68,0	7,0	45,0
Vitamina C (mg/100 mL)	20,0	43,0	2,0
Vitamina D (UI/g de gordura)	0,7	ND	0,7

Fonte: PARK e HAENLEIN (2006)

De fato, do ponto de vista nutricional, o leite de cabra é um alimento de alta qualidade. Contém proteínas de elevado valor biológico, em concentração que variam entre 2,6 a 4,1 %. A gordura, que representa entre 3,0 e 5,6 %, apresenta um

perfil lipídico que se caracteriza pela alta proporção de ácidos graxos de cadeia curta e média, que facilita sua digestão e absorção (RAYNAL-LJUTOVAC et al., 2008).

Alonso et al. (1999), e Goudjil et al. (2004), observam que estes ácidos graxos no leite caprino, a citar: cáprico (10,0 %), caprílico (2,7 %), capróico (2,4 %) e láurico (5,0 %) estão em maior quantidade que no leite de vaca, e que segundo Park et al. (2007), estão associados com as características de *flavor* do queijo e podem também ser usados para detectar misturas de leite de diferentes espécies.

O produto tem reação alcalina e dificilmente azeda no estômago humano, tornando-se assim, um fator de alta eficiência no tratamento de cólicas em crianças. Sua digestibilidade é elevada e ocorre pelo tamanho reduzido e fácil dispersão dos seus glóbulos de gordura e pela sua proteína de coagulação que forma uma coalhada fina, macia e com perfeita digestão em um curto espaço de tempo (COSTA, 2015).

Por este motivo, o leite de cabra também é reconhecido como importante na nutrição de crianças e idosos, por apresentar alta digestibilidade, além de seu uso, por pessoas alérgicas ao leite de vaca (SILVA et al., 2007).

Com relação às principais diferenças entre o leite caprino e o leite bovino, estas estão relacionadas às variações na proporção das diferentes frações de caseína (α_1 - caseína, α_2 - caseína, κ - caseína e β - caseína), na estrutura e tamanho dos glóbulos de gordura e nas micelas proteicas (VARGAS et al., 2008).

Segundo Haenlein (1992), a caseína do leite de cabra difere na composição de aminoácidos e é mais digestível que a caseína do leite de vaca. O leite de cabra contém menos α_1 - caseína, e muitas vezes apresenta maior proporção de α_2 do que α_1 - caseína. Enquanto isso, o leite de vaca é rico em α_1 - caseína, sendo esta responsável pela alergia observada em algumas pessoas, porém não relatada ao consumir leite de cabra (REMEUF e LENOIR, 1986).

A alergia é causada em crianças por proteínas que não existem normalmente no leite humano e que são introduzidas na nova alimentação dos bebês. As proteínas do leite mais envolvidas na alergia são as caseínas, a β - lactoglobulina e a α - lactoalbumina (PARK, 1994).

Em relação ao tamanho dos glóbulos de gordura do leite de cabra e de vaca, eles se apresentam bem diferentes. Normalmente, o diâmetro destes glóbulos para ambos os tipos de leite é de 1 a 10 *microns*, porém 28 % dos glóbulos de gordura do

leite de cabra, contra apenas 10 % dos de leite de vaca, apresentam diâmetro igual ou inferior a 1,5 *microns*. Esta variação é importante, podendo realmente estar na origem da grande digestibilidade, atribuída ao leite de cabra, e que justificaria sua frequente utilização na alimentação de pessoas idosas, com problemas gástricos ou mesmo de crianças com problemas de digestão ao leite de vaca (FURTADO, 1985).

Quanto aos sais minerais, Khan et al. (2006), cita que o leite caprino apresenta mais cálcio, cobre, manganês e zinco que o leite de ovelha. Os níveis de selênio, como importante componente da fórmula do leite dos bebês, são similares nos leites de cabra e humano, mas significativamente mais alto que os níveis encontrados no leite de vaca (CHADAN et al., 1992).

3.1.3. Produtos desenvolvidos com o leite de cabra

Segundo Bomfim et al. (2013), a agregação de valor por meio de produtos tecnológicos com leite de cabra é um dos caminhos mais claros para o crescimento do setor. Seja pelo aumento da base de consumidores ou maior valor agregado, a gama de opções de produtos derivados desta matéria-prima é vasta.

Nos últimos anos, as propriedades benéficas advindas do leite de cabra ganharam reforço, com as inúmeras pesquisas e desenvolvimento de novos produtos derivados desta matéria-prima, disponibilizando alimentos com características funcionais à saúde humana (EMBRAPA, 2015).

Guimarães (2004) salienta que a crescente demanda por produtos derivados do leite de cabra, como leite em embalagem longa vida, leite em pó, queijos, iogurtes, achocolatado, entre outros, tem levado à melhoria do produto final. Na Tabela 02 podem ser observados os principais estados brasileiros e os respectivos derivados lácteos de cabra mais produzidos em cada região.

Com base no leite de cabra como matéria-prima, Laguna e Egito (1999), elaboraram doce de leite pastoso apresentando boa aceitação, bem como Wanerley et al. (2005), os quais não identificaram diferenças significativas na avaliação sensorial de doce leite de cabra e de vaca.

Outros relatos podem ser encontrados na literatura, a exemplo dos trabalhos de Sant'Ana et al. (2013), com a produção de queijos, Ranadheera et al. (2012), no desenvolvimento de leites fermentados, Idoui, Rechak e Zabayou (2013), na

elaboração de manteiga e Pandya e Ghodke (2007), na produção de gelados comestíveis.

TABELA 02: Principais derivados de leite de cabra produzidos nos estados brasileiros

Estado	Destinação dos Produtos
Rio Grande do Norte	Leite pasteurizado para o programa do governo
Paraíba	Leite pasteurizado para o programa do governo
Pernambuco	Leite pasteurizado para o programa do governo
Ceará	Leite pasteurizado para o programa do governo
Rio de Janeiro	Leite UHT, Leite em pó e queijos
São Paulo	Leite congelado, iogurte e queijos
Minas Gerais	Leite congelado, iogurte e queijos
Santa Catarina	Leite congelado e queijos
Paraná	Leite congelado e queijos
Rio Grande do Sul	Leite UHT, leite em pó e queijos

Fonte: BOMFIM (2013) adaptado

A elaboração de formulações de sorvetes com a utilização de leite caprino e bovino foi realizada por Corrêa et al. (2008), e avaliadas quanto a composição química e as propriedades de derretimento, observando-se semelhança entre o leite de ambas as espécies na composição química (proteína, lipídios, cinzas, açúcares redutores e açúcares totais) do produto.

Rocha et al. (2010), também elaboraram sorvete de creme à base de leite de cabra e compararam a sua aceitação com sorvete tradicional de leite de vaca, tendo o sorvete caprino aceitabilidade de 77 % sendo superior ao tradicional.

Silva (2013) propôs a elaboração de sorvete com leite de cabra pro e simbiótico com adição de frutas do cerrado e observou elevada aceitação nos estados de São Paulo e Ceará sendo um produto com grande potencial nutricional, devido ao elevado teor proteico nas formulações (12,38 g/100 g. a 14,34 g/100 g).

Alves et al. (2009), desenvolveram um *frozen yogurt* e verificaram que 61 % dos avaliadores comprariam o produto, denotando que o leite caprino pode ser uma excelente matéria-prima no desenvolvimento de derivados

3.2. ALFARROBA (*Seratonia siliqua L.*)

3.2.1. Características da alfarroba e seus derivados

A alfarrobeira (*Seratonia siliqua L.*) é uma espécie subtropical da família *Leguminosae*, sendo uma árvore rústica de folhas persistente, capaz de se desenvolver e frutificar em solos pobres, secos, que desde os tempos antigos, se cultiva ao longo do litoral mediterrâneo, sendo este um dos elementos que marcam a paisagem destas regiões (ZOHARY, 1973).

Segundo Antunes (2009), a produção mundial de alfarroba está estimada em 315.000 toneladas por ano e seus principais produtores e exportadores são a Espanha (42 %), Itália (16 %), Portugal (10 %), Marrocos (8 %), Grécia (7 %), Chipre (6 %) e Turquia (5 %). A área cultivada é de aproximadamente 200.000 hectares. Portugal e Espanha possuem cerca de 100.000 hectares de alfarrobeira e processam aproximadamente metade do fornecimento comercial de alfarroba a nível mundial (BINER et al., 2005, SANTOS et al., 2005; CREDÍDIO, 2006).

A alfarroba, fruto da alfarrobeira é uma vagem comestível, semelhante ao feijão, com coloração marrom escuro, sabor adocicado e tamanho médio em torno de 10 a 20 cm de comprimento, conforme demonstrado na Figura 02 (CREDÍDIO, 2006).

A vagem compõe-se de cerca de 40 a 60 % açúcares totais, predominantemente sacarose, que constitui cerca de 30 a 75 %. A glucose e frutose representam aproximadamente 15 a 25 % do total de açúcares. Possui baixo teor de proteína (3 – 4 %) e lipídeos (0,4 – 1 %), 10 a 15 % de umidade, e 2 a 3 % de cinzas. Contudo, composição da alfarroba depende grandemente da variedade, clima, região e técnicas de cultivo (BINER et al., 2005; SANTOS, RODRIGUES e TEIXEIRA, 2005; PETIT e PINILLA, 1994; YOUSIF e ALGHAZAWI, 1999).

Os dois principais componentes do fruto são a polpa (90 %) e as sementes (10 %). Na polpa ou pericarpo diferenciam-se três estruturas: o epicarpo ou camada externa que possui coloração castanha e natureza fibrosa; o mesocarpo, o qual constitui a parte interior da vagem, de cor amarelada, textura farinhosa e muito rica em açúcares; e o endocarpo ou camada interna, que apresenta coloração mel brilhante, natureza fibrosa e divisões em espaços carpelares ou lóculos destinados a

alojar as sementes. A semente por sua vez é constituída por três estruturas, a citar: tegumento, endosperma e o gérmen constituído pelo embrião e cotilédones (TOUS e BATTLE, 1990).



FIGURA 02: Fruto da alfarrobeira: vagem (a) semente (b).

Fonte: VASUNDHARA GUMS AND CHEMICALS (2015) e CARGIIL (2015)

Da polpa de alfarroba, torrada e moída é extraída o pó que é utilizado para substituir o cacau, o qual possui expressiva diferença em relação ao cacau no conteúdo de açúcar e de gordura. Enquanto as sementes são retiradas e processadas industrialmente para utilização na alimentação humana devido ao alto número de polissacarídeos que possui (BARRACOSA, OSÓRIO e SALVADOR, 2007; SABATINI et al., 2011).

Segundo Mendes et al. (2008), a produção da goma de alfarroba, denominada de *Locust Bean Gum* (LBG) representa cerca de 12 % da produção mundial de gomas, onde o endoesperma é extraído das sementes (que atua como uma reserva de carboidratos durante a germinação), para produzir galactomanana, o polissacarídeo responsável pelas propriedades espessantes que dá origem a LBG (SANTOS et al., 2005).

Por este motivo, a goma de alfarroba é o produto mais utilizado dessa leguminosa na indústria alimentícia, sendo classificada como um aditivo natural e além de seu uso convencional em produtos alimentares, a goma está sendo utilizada também em indústrias farmacêuticas (SANDOLO et al., 2007).

Entre as aplicações no setor industrial, nomeadamente no ramo alimentar, a goma de alfarroba é utilizada como espessante, estabilizante, emulsionante e geleificante. Também tem sido empregada na indústria têxtil (estampados), de

papel, química (pinturas e colas), farmacêutica (laxantes, cápsulas, pasta dentífrica, medicamentos para tratamento de diarreias infantis), cosmética (cremes de beleza); alimentos para animais (*pet foods*), prospecção petrolífera e pirotecnia (TOUS e BATTLE, 1990).

Em produtos alimentícios, esta goma é utilizada para melhorar a textura de bolos e biscoitos, espessar coberturas de saladas, melhorar as características de congelados e a fusão de sorvetes e diminuir a dureza e a temperatura de fusão dos géis (ESTABILIZANTES EM SORVETES, 2015).

Devido ao caráter neutro é estável em pH de 3,5 a 11 a goma de alfarroba possui elevada viscosidade a concentrações relativamente baixas. Insolúvel em água fria, esta goma fornece máxima viscosidade após aquecimento a 95 °C e posterior resfriamento. Isoladamente não forma gel, mas pode atuar sinergicamente na presença das gomas xantana e carragena tipo *Kappa*, para formar géis mais fortes e elásticos (DOSSIE GOMAS, 2015; DAKIA, WATHELET e PAQUOT, 2007).

A goma LGB também é conhecida como jataí, garrofina e caroba, sendo formada por manoses e galactoses na proporção de 4:1. A galactomanana desta goma é semelhante à encontrada na guar, com cerca de 3,5 resíduos de manose para cada resíduo de galactose (ESTABILIZANTES EM SORVETES, 2015). Na Figura 03 está sendo representada a estrutura química da goma LGB de alfarroba.

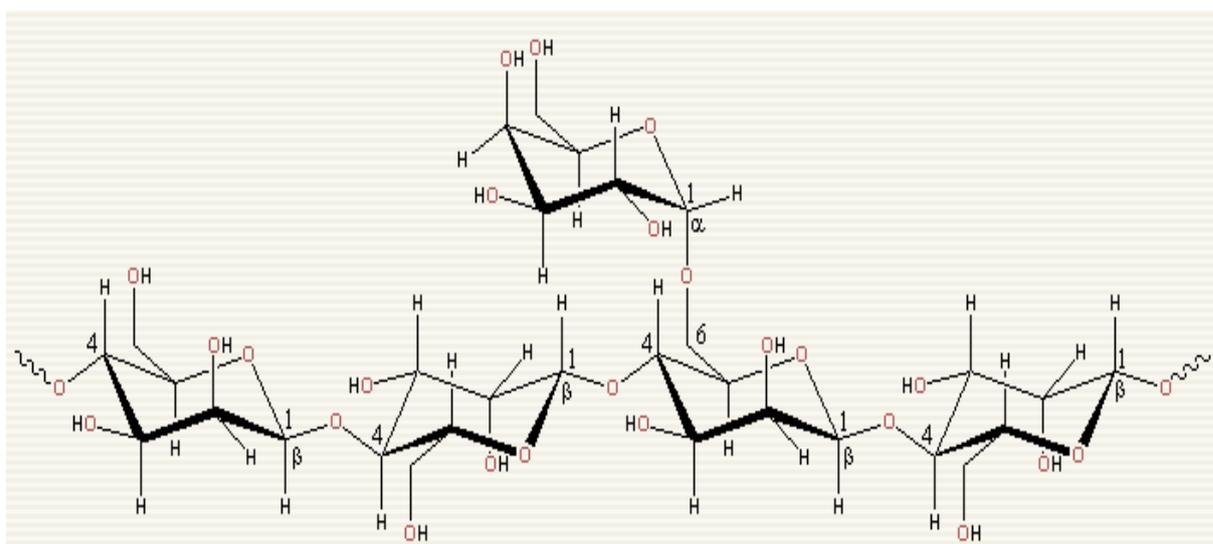


FIGURA 03: Estrutura Química da Goma Locust Bean Gum (LGB) de Alfarroba

Fonte: WATER STRUCTURE AND SCIENCE (2015)

3.3. CHIA (*Salvia hispânica L.*)

3.3.1. Histórico e produtividade da chia

Na era pré-colombiana as sementes de chia (*Salvia hispânica L.*), eram consideradas um alimento básico para a população da América Central, assumindo uma importância maior que o milho, feijão e outros cereais. Tecochtlan, a capital do Império Asteca, recebia anualmente grandes quantidades de sementes de chia, como tributo de nações conquistadas. Estas sementes eram também uma das ofertas aos deuses Astecas. Com o declínio das práticas religiosas, a utilização de sementes de chia por esses povos foi quase extinta há cerca de 500 anos (AYERZA e COATES, 2004).

Segundo Jiménez (2010), mesmo desprezada durante a época da colonização, o cultivo da chia sobreviveu nas áreas montanhosas e isoladas do México e da Guatemala, onde a planta foi cultivada por séculos e permanece até os dias de hoje. Além da utilização religiosa, as sementes, a farinha e o óleo foram apreciados e utilizados como medicamentos, produtos alimentícios e artísticos. As partes da planta utilizadas como ingredientes para a formulação de medicamentos em geral eram as sementes (CAHILL, 2003).

A chia também conhecida como “salvia espanhola”, “artemisa espanhola”, “chia mexicana” ou “chia negra”, é uma planta herbácea, da família das Lamiáceas, originária das áreas montanhosas da região oeste e central do México (Figura 04). Apesar de ser consumida desde a antiguidade pelos Astecas, nos últimos anos essa semente ganhou elevada notabilidade por suas características nutricionais, resultando em diminuição no risco de doenças cardiovasculares. Além disso, seu consumo passou a ser relacionado amplamente com a perda de peso, o que aumentou ainda mais o interesse por essa matéria-prima (FERREIRA, 2013).

Embora a chia não seja amplamente conhecida na Europa, nos últimos anos tem sido introduzida, em particular no mercado dos produtos dietéticos. As sementes de chia têm também sido objeto de investigação, sendo-lhes reconhecidos efeitos benéficos na saúde, devido aos seus elevados teores de proteína, antioxidantes e fibra dietética (IXTAINA et al., 2011).



FIGURA 04: Planta que origina as sementes de chia (*Salvia hispanica L*)

Fonte: SEMILLAS DE CHIA, USOS Y BENEFICIOS (2015)

Atualmente se cultiva chia comercialmente na Austrália, Bolívia, Colômbia, Guatemala, México, Peru e Argentina, com destaque para as províncias de Salta, Jujuy, Tucumán e Catamarca. No Brasil, as regiões do oeste Paranaense e noroeste do Rio Grande do Sul começaram a investir no cultivo de chia nas últimas safras, apresentando bons resultados, apesar da falta de informação a respeito das exigências nutricionais da planta (BUSILACCHI et al., 2013; MIGLIAVACCA et al., 2014).

3.3.2. Características e composição das sementes de chia

As sementes de chia são pequenas e de formato oval, com coloração variando de marrom escuro ao bege, apresentando pequenas manchas escuras, embora algumas apresentem cor cinza ou branca (MUÑOZ et al., 2012 a).

Em aproximadamente 100 g de semente de chia, é encontrada cerca de 30,0 a 38,6 g de óleo, além de possuir elevado nível de proteínas, em média de 0,19 a 0,23 g, fibras com teor de 30 g e cálcio na quantidade de 456 mg (MARTINEZ et al., 2012; CAPITTANI et al., 2012).

O óleo desta semente contém a maior proporção de ácido α - linolênico (60 %) em comparação a outras fontes naturais, como camelina (*Camelina sativa L.*), perilla (*Perilla frutescens L.*) e linho (*Linum usitatissimum L.*), com 36 %, 53 % e 57 % respectivamente. Quanto aos níveis de proteínas a chia também possui maior

concentração quando comparada a cereais tradicionais, como o trigo (*Triticum aestivum L.*), milho (*Zea mays L.*), arroz (*Oryza sativa L.*), aveia (*Avena sativa L.*) e cevada (*Hordeum vulgare L.*) (PALMA et al., 1947; AYERZA, 1995; COATES e AYERZA, 1996; SULTANA, 1996).

Nos últimos anos a semente de chia tornou-se cada vez mais importante para a saúde humana e nutrição devido ao seu elevado teor de α -linolênico, e a efeitos benéficos para a saúde que podem surgir a partir do seu consumo. Conforme Tosco (2004), os ácidos graxos insaturados presentes nessa semente, são essenciais para absorver vitaminas lipossolúveis, como A, D, E e K, auxiliando na regulação da coagulação do sangue, células da pele, membranas, mucosas e nervos.

As sementes de chia também contêm antioxidantes naturais, tais como compostos fenólicos, glicosídeos Q e K, ácido clorogênico, ácido caféico e quercetina. Estes antioxidantes são considerados fitonutrientes, pois são compostos fitoquímicos presentes nas plantas, que embora não sejam uma fonte de energia, minerais ou vitaminas, quando consumidos regularmente, apresentam benefícios para a saúde humana que protegem o organismo humano contra algumas condições adversas, como algumas doenças cardiovasculares, diabetes e alguns tipos de câncer (MUÑOZ et al., 2012 b; COATES, 2012).

Para Capittani et al. (2012), as propriedades físico-químicas e funcionais ligadas a esta oleaginosa são importantes para a fabricação de produtos como sobremesas, bebidas, pães, geleias, biscoitos e emulsões e de acordo com Muñoz et al., (2012 a) não há nenhuma evidência de efeitos adversos ou alérgicos causada pelo consumo das sementes de chia inteira ou moída.

3.3.3. Mucilagem das sementes de chia

A semente de chia representa uma excelente fonte de fibras dietéticas, o que promove um aumento notável do seu próprio volume dentro do organismo devido à absorção de líquidos. Esta semente tem aumento de 14 vezes o seu volume comparando-se com o farelo de trigo e 16 vezes do que a semente de linhaça, tornando a chia uma excelente fonte de fibra (SALGADO et al., 2005).

As sementes de chia contêm de 5 a 6 % de mucilagem ou goma, as quais podem ser usadas como fibra dietética, sendo resultado da secreção rica de um

polissacárido de alto peso molecular (0,8 a 2,0 daltons), composto essencialmente de xilose, glicose e ácido glicurônico, responsáveis pela retenção da água pelas sementes, contribuindo para o seu aumento de volume quando inseridas em meio aquoso (LIN *et al.*, 1994).

Quando mergulhadas em água, as sementes de chia exsudam um gel transparente mucilaginoso, que permanece firmemente ligado à semente. No epicarpo da semente encontram-se células que produzem a mucilagem quando umidecidas. Ao entrar em contato com a água, o epicarpo incha, a cutícula se rompe ao esgotar a sua elasticidade e o conteúdo das células verte como mucilagem, circundando toda superfície do fruto. Ainda, esta camada de gel presente nas sementes de chia é responsável por sua proteção em locais de clima quente e áridos, durante seu plantio (IXTAINA, 2010). A Figura 05 demonstra o processo de formação da mucilagem e exsudação em torno da semente de chia.

Quando ingerido, este gel cria uma barreira física que separa as enzimas digestivas de hidratos de carbono, o que deixa a conversão de carboidratos em açúcar 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).

A solubilidade da mucilagem em água aumenta com o aumento da temperatura, sendo que a solubilidade máxima da mucilagem da chia (86,96 % a 60°C) foi mais elevada do que a observada para as gomas guar e xantana (IXTAINA, 2010).

De acordo com Lin *et al.*(1994), as propriedades mucilaginosas da chia permitem sua aplicação em diversos produtos na indústria de alimentos, podendo assim melhorar características como textura e o valor nutricional dos produtos alimentícios.

O gel formado pode ser utilizado como estabilizador de espuma, agente de suspensão, emulsionante, adesivo ou agente de ligação, como um resultado da sua absorção, a capacidade de retenção de água, e a viscosidade, entre outros. No entanto, não há muitos relatos publicados sobre este gel mucilaginoso, talvez uma vez que permanece firmemente ligado ao tegumento durante a absorção de água (VÁZQUEZ-OVANDO *et al.*, 2009).

Pesquisas tem utilizado a mucilagem de chia em produtos alimentícios, a exemplo do requeijão elaborado por Ferreira, Santos e Silva (2013), o qual não apresentou alterações significativas em suas características. Ainda, segundo

estudos realizados por Utpott (2012), a mucilagem da chia pode ser utilizada na substituição da gordura e/ou gema de ovo em maionese conferindo uma importante redução nos teores de lipídios e colesterol deste alimento. Spada et al. (2014), também propuseram a elaboração de sobremesas a base de soja com adição da mucilagem de chia em substituição a carragena, observando-se que não ocorreram modificações drásticas nas propriedades deste alimento, podendo ser de grande valia a aplicação da mucilagem em diversos produtos.

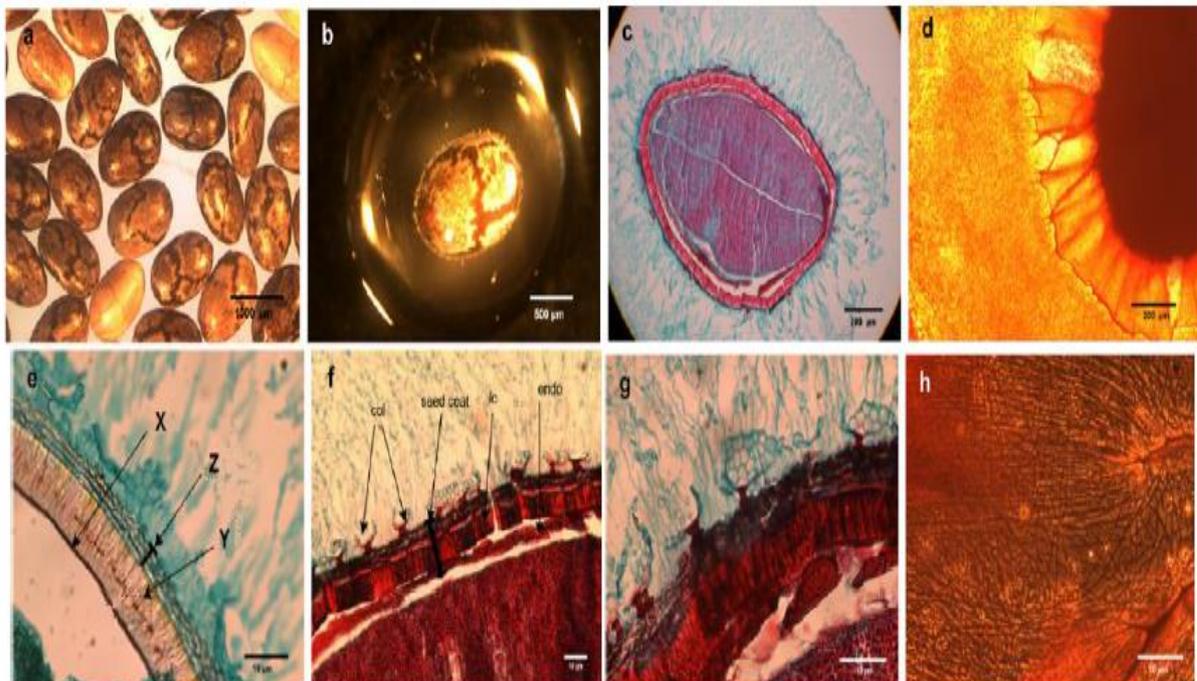


FIGURA 05: Imagens ópticas de sementes de chia (*Salvia hispânica* L.): (a) sementes de coloração bege e marrom escura sem hidratação; (b) semente hidratada formando a cápsula mucilaginosa; (c-h) seção histológica de toda semente de acordo com as condições da água (c-d) presença de uma camada interna ramificada e uma camada externa na parede exterior da célula epidérmica que se rompeu e lançou a mucilagem ao redor da semente; (e) tegumento que reveste a semente com suas três camadas celulares: camada exterior ou exocarpo onde está localizada a mucilagem, camada intermediária ou mesocarpo, com longas e finas estruturas de fibras, camada interna ou endocarpo, representada por uma fina camada; (f) fibras totalmente desenvolvidas após a hidratação formando uma estrutura em forma de vulcão denominado collumella, as quais estão distribuídas uniformemente sobre a superfície da semente; (g) material da parede celular ligado a columella e formação de pequenos aglomerados de células esféricas; (h) presença de agregados alongados e ramificados (fibras) ao longo da semente

Fonte: MUNOZ et al. (2012) adaptado

3.4. SORVETE

3.4.1. Histórico da origem e consumo do sorvete

A origem do sorvete é cercada de lendas e mitos, mas sabe-se que sua história possui uma forte ligação com o desenvolvimento das técnicas de refrigeração. Existem diversos dados de que nossos antepassados estocavam gelo obtido durante as épocas mais frias, ou de que buscavam-no em outras partes do mundo para que ele pudesse ser utilizado no resfriamento de alimentos e de bebidas (CLARKE, 2004).

Segundo KIBON (2015), há cerca de 3 mil anos, uma competição peculiar na China deu origem ao sorvete, onde os cozinheiros do palácio real disputavam para eleger o inventor da receita mais saborosa e original. A iguaria vencedora foi uma mistura de neve das montanhas, suco de frutas e mel, servida ainda gelada. Quando a receita chegou à Itália, provavelmente pelas mãos do mercador Marco Polo, no século XIII, ganhou novos ingredientes, como o leite e ficou famosa entre os nobres. O sorvete se difundiu pelo mundo e chegou aos Estados Unidos em 1870, e com o surgimento de novas técnicas de refrigeração o produto ganhou produção em escala industrial e conquistou definitivamente o gosto popular.

Durante décadas, a produção de sorvete no Brasil permaneceu artesanal, até a ameaça de guerra entre China e Japão afugentar a empresa *U.S. Harkson* de Xangai para o Rio de Janeiro, em 1941. Subsidiária de uma companhia norte-americana, a empresa começou produzindo ovos desidratados e para compensar os períodos em que a fábrica ficava ociosa, justamente no verão, a *Harkson* adotou a milenar receita chinesa. Os sorvetes lhe deram prosperidade, alcançando recordes de venda como três milhões de picolés vendidos em um fim de semana. Os dois primeiros lançamentos se converteriam em clássicos: o sorvete Eskibon e o sorvete no palito, Chicabon (KIBON, 2010).

Para Souza et al. (2010), o sorvete é um produto de boa aceitação sensorial, reconhecido mundialmente e com grande perspectiva de crescimento comercial, por sua versatilidade e pelas inúmeras opções de sabor e combinações.

No ano de 2010, o Brasil ocupava a 10ª posição no ranking mundial de produção alcançando a média de 0,90 milhões de litros produzidos por hora. Os

maiores produtores eram Estados Unidos (61,30 milhões de litros/hora) e China (23,60 milhões de litros/hora) (ABIS, 2015).

No Brasil, o sorvete é produzido em escala industrial e artesanal, sendo que a vantagem dos pequenos negócios frente às grandes empresas concorrentes no mercado de sorvetes é possuir criatividade e diversificar com tempo muito mais curto do que as grandes empresas. Enquanto em uma sorveteria artesanal leva-se em média 15 dias para criar um novo sabor e colocá-lo a venda, em uma grande empresa esse processo pode levar até 2 anos, entre estudos de novos sabores e distribuição do novo produto nos pontos de venda (SEBRAE, 2000).

Os dados da Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvete - ABIS (2015), demonstram que o consumo de sorvete (milhões de litros) cresceu 90,5 % desde 2003 até 2014 (Figura 06). Ainda em 2014, o consumo *per capita* de sorvete em nosso país, alcançou o patamar de 6,43 (Litros/habitante/ano) valor este superior aos anos anteriores com 6,24 e 6,19 (Litros/habitante/ano) em 2012 e 2013, respectivamente. Contudo, estes dados ainda são inferiores aos de países como Nova Zelandia (26,30 Litros/habitante/ano) Estados Unidos (22,50 Litros/habitante/ano) e Canadá e Austrália (17,80 Litros/habitante/ano).



FIGURA 06: Consumo (milhões de litros) de sorvete no Brasil de 2003 a 2014

Fonte: ABIS (2015)

3.4.2. Composição do sorvete e formação da sua estrutura

A RDC nº 266 de 26 de setembro de 2005, classifica o sorvete como um gelado comestível obtido a partir do congelamento de uma emulsão de gorduras e proteínas, ou de uma mistura de água e açúcares, podendo ser adicionados de outros ingredientes desde que não descaracterizem o produto.

Para Santos (2009), este produto caracteriza-se como um sistema coloidal complexo composto por uma emulsão constituída de gordura e proteínas, bolhas de ar e cristais de gelo disperso em uma fase aquosa, podendo conter outros ingredientes, tais como emulsificantes e estabilizantes.

A composição do sorvete é bastante variada, normalmente apresentando de 8 a 20 % de gordura, 8 a 15 % de sólidos não gordurosos do leite, 13 a 20 % de açúcar e 0 a 0,7 % de emulsificante-estabilizante, apresentando grande variabilidade de acordo com a região e os diferentes mercados de consumo (ARBUCKLE, 1977).

Essas informações corroboram com Kato (2002), o qual relata que uma formulação ideal de sorvete não é fácil de ser estabelecida uma vez que modifica-se de acordo com o público alvo e a regionalidade do produto elaborado.

Segundo Dickinson e Stainsby (1982), a composição do sorvete interfere nas suas características físicas porque está relacionado com o processo, que influenciará diretamente no estado de agregação dos glóbulos de gordura, na quantidade de ar incorporado e no tamanho das bolhas de ar na viscosidade da fase aquosa e no estado de agregação dos cristais de gelo. Com a elevação da viscosidade, a resistência ao derretimento e a cremosidade do sorvete também aumentam, e por isso pode-se assegurar a viscosidade desejada controlando a composição da mistura, mix ou calda do sorvete (ARBUCKLE, 1977).

Entre os ingredientes usados no preparo da calda, a sacarose confere consistência aos produtos congelados e influencia a formação dos cristais de gelo por causa do abaixamento do ponto de congelamento da água (SOLER e VEIGA, 2001).

As proteínas contribuem para o desenvolvimento da estrutura do sorvete, inclusive para emulsificação, aeração, desenvolvimento de corpo, além de apresentar propriedades funcionais tais como a interação com outros estabilizantes, e capacidade de retenção de água, a qual conduz à melhorias na viscosidade da

mistura, podendo contribuir para redução da formação de cristais de gelo (ARBUCKLE, 1977; GOFF e JORDAN, 1989).

A gordura possui um papel essencial na textura e sabor do sorvete, estando presente na mistura como uma fina emulsão que coalesce parcialmente durante o congelamento. No sorvete, a coalescência ocorre quando duas partículas de gordura dispersas na matriz se unem formando uma única partícula. No caso da coalescência parcial, as gotículas não chegam a se unir totalmente, formando o que aparenta ser duas gotículas fundidas uma a outra (CLARKE, 2004; GUINARD et al, 2006; CAILLET et al, 2003).

A formação da estrutura dos glóbulos de gordura inicia-se logo após a pasteurização, onde a mistura está à temperatura suficiente para derreter toda a gordura presente e então formar os glóbulos de tamanho entre 0,5 a 2,0 μm no processo de homogeneização. Imediatamente após esta agitação, os glóbulos de gordura recém-formados estão praticamente desprovidos de qualquer membrana devido ao aumento brusco na área superficial e rapidamente adsorvem moléculas anfifílicas presentes na mistura como as micelas de caseína, fosfolipídios, moléculas lipoprotéicas e qualquer emulsificante químico adicionado à mistura (CLARKE, 2004).

A pasteurização além de destruir micro-organismos patogênicos também modifica a capacidade de retenção de água da proteína do soro, que alcança valores similares aos da caseína, aumentando em 03 vezes sua capacidade de retenção. A desnaturação proteica tem efeito positivo sobre a qualidade do sorvete, obtendo um produto mais cremoso, com textura e consistência mais suave e uniforme. Porém, o que limita as condições de tempo/temperatura mais severas são as alterações de sabor e aroma (principalmente sabor a cozido) (EARLY, 2000).

Posterior à pasteurização, ocorre à etapa de homogeneização, tendo por finalidade reduzir o diâmetro dos glóbulos de gordura, favorecendo a formação de um produto homogêneo, cremoso e facilitando a ação dos agentes emulsificantes e estabilizantes sobre a superfície das partículas, além de diminuir o tempo de maturação das misturas (PORTO, 1998).

A maturação da calda também promove mudanças benéficas na mistura, proporcionando completa hidratação das proteínas e estabilizantes para que o sorvete tenha uma boa consistência, além de conferir a cristalização das moléculas de gordura, contribuindo para o aumento da viscosidade e resistência ao derretimento, bem como

maior incorporação de ar no sorvete (MADRID, 1995; ARBUCKLE, 1977; MOSQUIM, 1999; EARLY, 2000).

O processo de bateção e congelamento do sorvete são importantes para que as bolhas de ar sejam incorporadas formando a espuma. Durante o batimento ocorre a coalescência parcial dos glóbulos de gordura, que irão chocar-se uns com os outros. Contudo, como parte da gordura está na fase sólida, os glóbulos não irão se unir completamente, por isso o termo coalescência parcial (ROUSSEAU, 2000).

Segundo Goff (2001), os cristais de gelo e as bolhas de ar medem em torno de 20 a 50 μm , sendo que as bolhas se encontram revestidas por glóbulos de gordura cobertos por camadas de proteínas e emulsificantes. Por este motivo o tamanho das bolhas de ar é um elemento chave na percepção da riqueza e cremosidade, sendo que aquelas de menor dimensão também contribuem indiretamente para o controle do crescimento de cristais de gelo, uma vez que limitam o espaço impedindo o crescimento dos cristais, conforme a Figura 07 (THARPS, 2015).

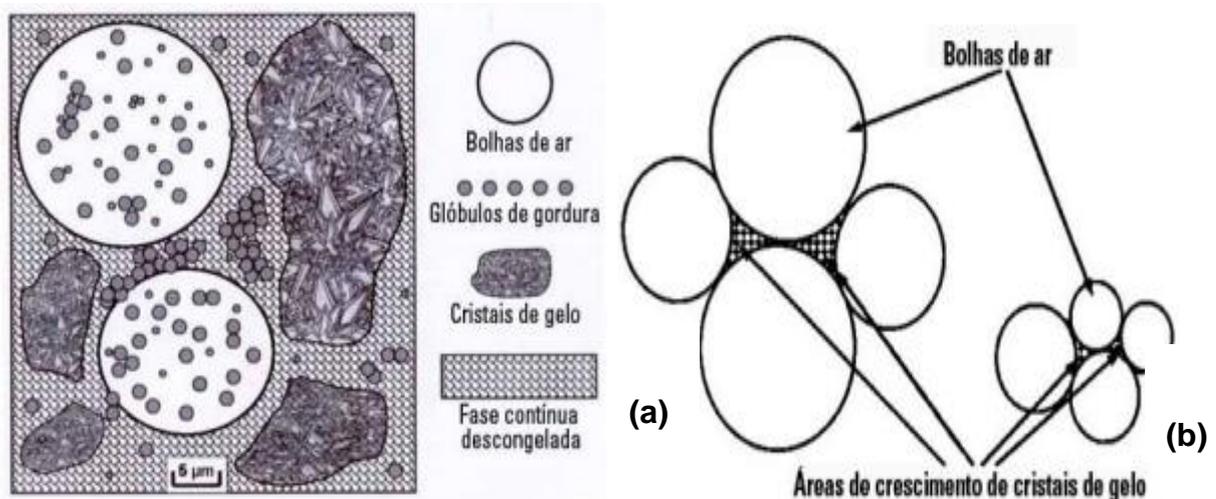


FIGURA 07: Estrutura do sorvete (a) e efeito do tamanho das bolhas de ar no espaço disponível para o crescimento dos cristais de gelo (a)

Fonte: THARPS (2015)

3.4.2.1. Substitutos de gordura no sorvete

Devido às suas propriedades físicas, a gordura tem importância na formulação de diversos alimentos, pois é considerada um ingrediente chave para os aspectos sensoriais e fisiológicos, contribuindo para o sabor, cremosidade, aparência, aroma e sensação de saciedade (NEY, 1988).

As fórmulas convencionais de sorvete contêm uma alta concentração de sacarose e gorduras, permitindo melhora consistência e sabor no produto. No entanto, a crescente preocupação com um estilo de vida saudável e estética corporal tem contribuído para a conscientização dos consumidores, os quais tem buscado uma alimentação mais balanceada (CASTRO FRANCO, 2002).

Os substitutos de gordura podem ser usados para promover a função total ou parcial das gorduras, fornecendo menor teor calórico, podendo ser citados os carboidratos (celulose, dextrinas, maltodextrinas, polidextrose), gomas, fibras e amido modificado (ADA reports, 2005).

De acordo com Mun et al. (2009), o grande desafio na elaboração de produtos com isenção e/ou substituição parcial de gordura é a preservação de suas características organolépticas e propriedades reológicas, sendo muitas vezes necessário utilizar uma combinação de ingredientes com diferentes papéis funcionais para compensar a gordura substituída.

Neste sentido, algumas pesquisas têm sido realizadas, na tentativa de encontrar substitutos para a gordura empregada no sorvete, como os trabalhos de Boff (2012) e Crizel et al. (2014), com adição de fibras de laranja, Mahdian e Karazhian (2013) e Aykan, Sezgin e Guzel-Seydim (2008) os quais utilizaram como substituto, proteína do leite /inulina e inulina /simplesse, respectivamente. Adapa et al. (2000), propuseram a substituição da base gordurosa por proteínas e goma guar, enquanto Santos e Silva (2012), utilizaram produtos comerciais como o *Selecta Light*, *Litesse*, e *Dairy-Lo* e observa-se que nestes trabalhos, os autores avaliaram vários parâmetros, mas principalmente a reologia e textura dos sorvetes a fim de verificar a redução nos níveis de gordura sem prejudicar a qualidade tecnológica destes produtos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. MATERIAL

O leite de cabra *in natura* utilizado para elaboração das formulações de sorvete foi gentilmente fornecido por um produtor rural do município de Itaipulândia - PR. O leite foi transportado sob condições de refrigeração até as dependências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, câmpus, Medianeira quando retirou-se uma alíquota destinada a realização das análises da matéria-prima. Na sequência, o mesmo foi submetido à pasteurização lenta (62-65 °C/30 minutos) com posterior resfriamento em banho de gelo (5 °C), sendo o mesmo armazenado em câmara fria (6 °C ± 1°C) até o momento de sua utilização.

As sementes de chia foram adquiridas da empresa Giroil Agroindústria LTDA, situada na cidade de Santo Ângelo – RS e a farinha de alfarroba foi fornecida por um proprietário de um estabelecimento comercial do município de Medianeira-PR.

Os demais ingredientes, a citar: gordura vegetal hidrogenada, leite de cabra em pó, açúcar cristal, xarope de glicose, cacau em pó, estabilizante e emulsificante industrial foram adquiridos no comércio local do município de Medianeira – PR.

Para a elaboração do sorvete e realização das análises foram utilizados os laboratórios de Industrialização de Laticínios e Análise de Alimentos, *câmpus* Medianeira, a qual dispõe de estrutura adequada para o desenvolvimento das atividades de pesquisa, garantindo a qualidade e segurança alimentar dos produtos desenvolvidos.

4.2. MÉTODOS

4.2.1. Extração da mucilagem da chia (*Salvia hispânica L.*)

Para extrair a mucilagem das sementes de chia (*Salvia hispânica L.*) seguiu-se a metodologia proposta por Muñoz et al. (2012 b), com adaptações. As sementes na proporção de 1: 40 (chia: água), foram adicionadas em água destilada com pH

regulado para 8,0 e temperatura de 80 °C, permanecendo sob agitação constante durante 2 horas. Posteriormente, a mistura foi centrifugada por duas vezes em centrífuga (modelo Q222G, marca Quimis®) a uma velocidade de 2.600 RPM durante 10 minutos. O sobrenadante (mucilagem) foi transferido para embalagens de polietileno previamente higienizadas com hipoclorito de sódio a 200 mg/L e armazenado sob refrigeração (4 °C ± 1 °C) até o momento de sua utilização. Para fins de comparação de rendimento, uma amostra da mucilagem úmida foi liofilizada em liofilizador (modelo U.S. 816-333-8811, marca Labconco®), nas seguintes condições de operação: temperatura de + 40 °C no aquecedor e temperatura de – 40 °C no gás, no período de 36 horas.

Para o cálculo do rendimento, a amostra inicial (chia + água) foi pesada anterior inicialmente e após a etapa de centrifugação (Equação 01).

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{Quantidade de mucilagem extraída (g)}}{\text{Quantidade de grãos de chia + água (g)}} \times 100$$

(Equação 01)

4.2.2. Testes preliminares e elaboração do sorvete

Os ingredientes utilizados no preparo da calda do sorvete padrão foram dimensionados com base na quantidade total de leite fluído (1 L), conforme demonstrado na Tabela 03.

TABELA 03: Ingredientes utilizados na formulação padrão do sorvete

Ingredientes	Concentração (g/L)*
Leite em pó de cabra	120
Açúcar	100
Gordura vegetal	30
Xarope de Glicose	40
Cacau em pó	40
Estabilizante	2,5
Emulsificante	2,5

*Concentração dos ingredientes calculados em função da quantidade total de leite fluído (1L)

Com base nesta formulação, foram realizados os testes iniciais do sorvete com as substituições da mucilagem de chia em relação à gordura hidrogenada e farinha de alfarroba em função do emulsificante e estabilizante. Os pré-testes culminaram no desenvolvimento de 4 formulações iniciais com tempo de maturação da calda padronizado para 24 horas, considerando as seguintes condições descritas na Tabela 04.

TABELA 04: Pré-teste das formulações com adição da mucilagem de chia e farinha da semente de alfarroba

Formulações	Descrição *
F1	0 % de mucilagem de chia e 100 % de farinha de alfarroba
F2	100 % mucilagem de chia e 0 % farinha de alfarroba
F3	100 % de mucilagem de chia e 100 % de farinha de alfarroba
F4**	0% de mucilagem de chia e 0 % de farinha de alfarroba

* Os percentuais dos ingredientes das formulações testes estão disponíveis na Tabela 03

** Formulação Padrão

Para a elaboração das formulações, primeiramente as matérias-primas foram separadas e pesadas em balança analítica (modelo BCW15, marca Welmy®), sendo que os ingredientes secos (leite em pó, açúcar, estabilizante comercial e farinha de alfarroba) foram homogeneizados em um recipiente. Na sequência, o leite de cabra pasteurizado foi submetido ao aquecimento até atingir 40 °C onde adicionou-se os ingredientes secos, misturando-os até sua completa dissolução e posteriormente adicionando-se o xarope de glicose. Quando a temperatura alcançou 60 °C, adicionou-se a gordura vegetal hidrogenada e a mucilagem de chia, mantendo-se a mistura sob aquecimento até atingir as condições de pasteurização 80 °C/25 segundos. A calda, foi resfriada em banho de gelo até atingir 5 °C, quando então foi submetida a agitação em liquidificador industrial por 10 minutos. Nesta etapa foram adicionados o cacau em pó e o emulsificante comercial. Posteriormente, a calda foi maturada em câmara fria (6 ±1 °C/24 h) e depois submetida à bateção e congelamento em sorveteira (modelo Bak 16) a -18 °C/ 15 minutos até obter-se o ponto desejado do sorvete. A amostra foi acondicionada em recipientes plásticos, previamente higienizadas com hipoclorito de sódio a 200 mg/L e armazenada em freezer a -18± 1 °C até o momento das análises.

O fluxograma de preparo das formulações do sorvete está sendo demonstrado na Figura 08.

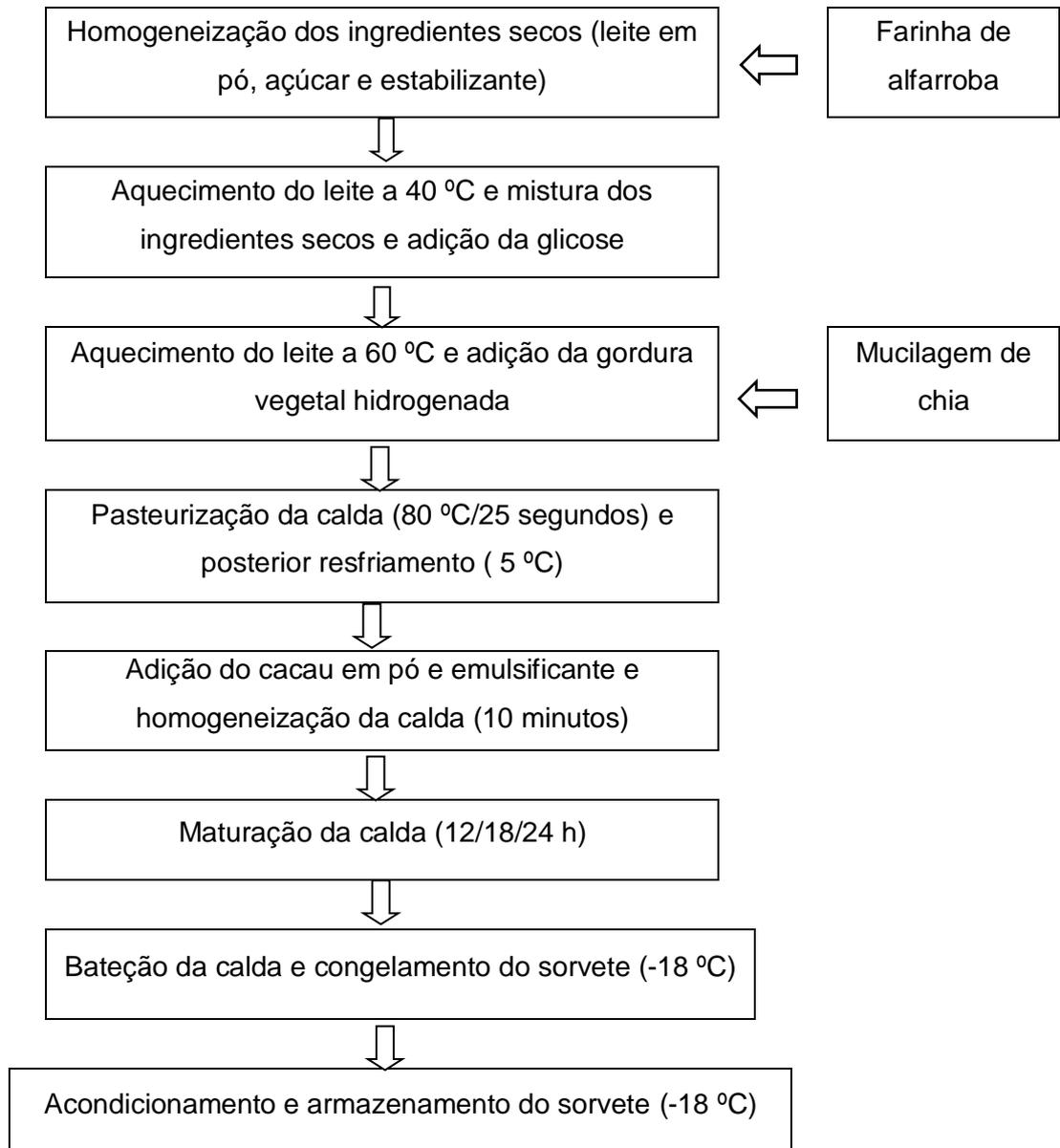


FIGURA 08: Etapas do Processamento das Formulações de Sorvete

4.2.3. Planejamento fatorial completo PFC (2^3)

Com base nos resultados prévios obtidos nos testes preliminares, realizou-se um estudo das variáveis, onde os níveis de substituição (%) foram propostos conforme a Tabela 05. A farinha de semente de alfarroba foi utilizada em

substituição ao emulsificante e estabilizante industrial e a mucilagem de chia como substituto da gordura hidrogenada.

TABELA 05: Níveis reais e codificados das variáveis estudadas no planejamento fatorial completo - PFC (2^3).

Variáveis / Níveis	Tempo de maturação (horas)	Farinha de semente de alfarroba (%)*	Mucilagem da semente de chia (%)**
	x_1	x_2	x_3
- 1	12	50	50
0	18	75	75
+ 1	24	100	100

* Nível de substituição de emulsificante e estabilizante por farinha de semente de alfarroba na formulação padrão dos sorvetes (Tabela 03).

**Nível de substituição de gordura hidrogenada por mucilagem de chia na formulação padrão dos sorvetes (Tabela 03).

Para elaboração das formulações de sorvete, utilizou-se um Planejamento Fatorial Completo - PFC (2^3) com 8 ensaios e 3 pontos centrais, totalizando 11 ensaios, com os valores reais (entre parênteses) e codificados da variáveis estudadas (Tabela 06). Adicionalmente foram desenvolvidas três formulações com concentrações da mucilagem de chia e farinha de semente de alfarroba distintas daquelas estipuladas no PFC (2^3) e com tempo de maturação da calda de 24 horas a fim de comparar a influência destes parâmetros no sorvete. Convencionalmente, a formulação F12 foi considerada como padrão, pelo fato desta não ser adicionada de mucilagem de chia e farinha de semente de alfarroba. Na formulação F13 (Controle 1), adicionou-se 5 g/L de farinha de alfarroba (substituição total do emulsificante e estabilizante comercial) e 0 g/L de mucilagem de chia, enquanto na formulação F14 (Controle 2), adicionou-se 0 g/L de farinha de alfarroba e 30 g/L de mucilagem de chia (substituição total da gordura hidrogenada).

TABELA 06: Matriz do planejamento fatorial completo PFC (2^3) com valores reais (entre parênteses) e codificados das variáveis estudadas.

Formulações (F)	x ₁	x ₂	x ₃
1	-1 (12)	-1 (2,5)	-1 (15)
2	1 (24)	-1 (2,5)	-1 (15)
3	-1 (12)	1(5,0)	-1 (15)
4	1 (24)	1(5,0)	-1 (15)
5	-1 (12)	-1 (2,5)	1 (30)
6	1 (24)	-1 (2,5)	1 (30)
7	-1 (12)	1 (5,0)	1 (30)
8	1 (24)	1 (5,0)	1 (30)
9	0 (18)	0 (3,75)	0 (22,5)
10	0 (18)	0 (3,75)	0 (22,5)
11	0 (18)	0 (3,75)	0 (22,5)
12	24	-	-
13	24	5	0
14	24	0	30

x₁: tempo de maturação (horas); x₂: farinha de semente de alfarroba (g/L); x₃: mucilagem de chia (g/L).

F1: 2,5 g de farinha de alfarroba, 2,5 g de estabilizante e emulsificante comercial, 15 g de mucilagem de chia, 15 g de gordura hidrogenada e 12 horas de maturação da calda.

F2: 2,5 g de farinha de alfarroba, 2,5 g de estabilizante e emulsificante comercial, 15 g de mucilagem de chia, 15 g de gordura hidrogenada e 24 horas de maturação da calda.

F3: 5 g de farinha de alfarroba, 15 g de mucilagem de chia, 15 g de gordura hidrogenada e 12 horas de maturação da calda.

F4: 5 g de farinha de alfarroba, 15 g de mucilagem de chia, 15 g de gordura hidrogenada e 24 horas de maturação da calda.

F5: 2,5 g de farinha de alfarroba, 2,5 g de estabilizante e emulsificante comercial, 30 g de mucilagem de chia e 12 horas de maturação da calda.

F6: 2,5 g de farinha de alfarroba, 2,5 g de estabilizante e emulsificante comercial, 30 g de mucilagem de chia e 24 horas de maturação da calda.

F7: 5,0 g de farinha de alfarroba, 30 g de mucilagem de chia e 12 horas de maturação da calda.

F8: 5,0 g de farinha de alfarroba, 30 g de mucilagem de chia e 24 horas de maturação da calda.

F9, F10 e F11: 3,75 g de farinha de alfarroba, 1,25 g de estabilizante e emulsificante comercial, 22,5 g de mucilagem de chia 7,5 g de gordura hidrogenada e 18 horas de maturação da calda.

F12: 5 g de estabilizante e emulsificante comercial, 30 g de gordura vegetal hidrogenada e 24 horas de maturação da calda (Padrão).

F13: 5 g de farinha de alfarroba, 30 g de gordura vegetal hidrogenada e 24 horas de maturação da calda (Controle 1).

F14: 5 g de estabilizante e emulsificante comercial, 30 g de mucilagem de chia e 24 horas de maturação da calda (Controle 2).

4.2.4. Análises do leite de cabra *in natura* e da mucilagem de chia

Nas amostras de leite de cabra e mucilagem de chia foi realizada a análise de composição proximal (umidade, cinzas, lipídios totais, proteína bruta e carboidratos totais). No leite também procederam às análises de densidade, extrato seco total, extratos seco desengordurado e acidez titulável. Os resultados foram expressos através da média das triplicatas. As metodologias utilizadas estão descritas a seguir:

- **Umidade:** determinação pelo método gravimétrico de perda de massa por dessecação em estufa a 105 °C, através da metodologia descrita pela AOAC (1995).
- **Cinzas:** determinação feita pelo método de incineração em mufla a 550 °C com carbonização prévia descrita pela AOAC (2005).
- **Lipídios totais:** para o leite a análise foi determinada pelo método de Gerber, com o auxílio o lactobutirômetro de Gerber, segundo a metodologia descrita Instrução Normativa nº 68/06 (BRASIL, 2006). Para a mucilagem de chia adotou-se a extração por Soxhlet (extração a quente) de acordo com metodologia descrita na AOAC (2005).
- **Proteína bruta:** através da determinação de nitrogênio total pelo método de Semi Kjeldahl, onde o conteúdo de nitrogênio total obtido foi convertido em proteína bruta por meio de fator de conversão de 6,25 (% N x 6,25) para mucilagem e 6,38 (% N x 6,38) para o leite conforme descrito na AOAC, (2005).
- **Carboidratos totais:** foram calculados por diferença de acordo com a Resolução RDC nº 360, de 23 de Dezembro de 2003, conforme demonstrado na Equação 02 adaptado (BRASIL, 2003).

$$\% \text{ Carboidratos} = \frac{100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ proteína bruta} + \% \text{ lipídios totais})}{100} \quad (\text{Equação 02})$$

- **Densidade a 15 °C:** foi determinada pela medida direta com termolactodensímetro, segundo metodologia descrita na Instrução Normativa nº 68/06 (BRASIL, 2006).
- **Extrato seco total (EST):** foi determinado em utilização de um instrumento apropriado denominado Disco de Ackermann onde permite determinar o teor de extrato seco total (BRASIL, 2006).

- **Extrato seco desengordurado (ESD):** calculado pela diferença do teor de extrato seco total e teor de lipídios totais (BRASIL, 2006)
- **Acidez titulável:** foi determinada por meio da titulação da amostra com solução de NaOH 0,1N, na presença do indicador fenolftaleína, segundo metodologia descrita na Instrução Normativa nº 68/06 (BRASIL, 2006).

4.2.5. Análises das formulações de sorvete

As análises da composição proximal (umidade, cinzas, lipídios totais, proteína bruta e carboidratos totais) das formulações de sorvete seguiram a metodologia descrita no item 4.2.4 (a análise de lipídios foi realizada pelo método butirométrico), sendo os resultados expressos através da média das triplicatas. Os demais procedimentos de análise estão descritos a seguir:

- **Densidade aparente (g/L) e overrun (%):** Determinou-se a taxa de incorporação de ar, através da metodologia descrita por Soler e Veiga (2001), considerando o mesmo volume (mL) da calda e do sorvete após a bateção.
- **Derretibilidade:** As amostras foram pesadas e alocadas ao centro de uma placa de petri, sendo avaliadas quanto à presença ou ausência de coágulo e espuma, deformações e dificuldades de derretibilidade no período de 0 a 15 minutos, registrando-se as condições por meio de fotografias (SOLER e VEIGA, 2001)
- **Atividade de água:** Realizada em equipamento modelo AquaLab 4TE®, marca Decagon Devices à temperatura de 25 °C.
- **Cor:** Realizada com o auxílio de colorímetro Minolta (Chroma meter CR-300, sistema L^* , a^* , b^* Color Space, por refletância). Os parâmetros de cor avaliados foram luminosidade (L^* , 100 para branco e 0 para preto); e coordenadas de 55 cromaticidade do sistema CIE/LAB (a^* , (-) para verde e (+) para vermelho; b^* , (-) para azul e (+) para amarelo; com iluminante D65 e 45° de ângulo).
- **Valor energético:** Determinado em bomba calorimétrica (Ika Works C2000), com medição isoperibólico (capa estática). Os valores foram expressos em Kcal/100g (1 bola de sorvete).
- **Força de Compressão:** Realizada em equipamento texturômetro (modelo Stable Micro Systems, marca TA.HDplus®, Surrey, Inglaterra). As amostras foram

pesadas (80 g) e acondicionadas até a altura de 3 cm em potes plásticos com diâmetro de 5,5 cm. As condições do equipamento para o teste foram: pré-teste: 20 mm/s; teste: 20 mm/s; pós-teste: 10 mm/s; distância: 15 mm; força 5 Kg, Probe, mod. Delbrin, cilíndrico, 0,5 polegada. O sorvete foi mantido a temperatura -18 °C até o momento da análise.

4.2.6. Análise estatística dos dados

Os resultados das análises físicas, de composição proximal e instrumental das formulações de sorvete foram analisados pelo *software* STATISTICA 7.0 (STATSOFT, 2004) a fim de realizar o cálculo dos efeitos das variáveis estudadas e teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade ($p \leq 0,05$).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. CARACTERIZAÇÃO DO LEITE DE CABRA *IN NATURA*

Os resultados das análises para o leite de cabra *in natura* podem ser visualizados na Tabela 07, observando-se que a amostra atendeu aos requisitos exigidos pela Instrução Normativa nº 37 de 2000.

TABELA 07: Caracterização do leite de cabra *in natura*

Análises	Leite de cabra	Legislação*
Umidade (g/100 mL)	85,61 ± 1,43	-
Cinzas (g/100 mL)	0,88 ± 0,03	Mín. 0,7
Proteína bruta (g/100 mL)	3,61 ± 0,05	Mín. 2,8
Lipídios totais (g/100 mL)	3,97 ± 0,21	Mín.2,9
Carboidratos totais (g/100 mL)	5,93 ± 1,65	Mín.4,3
EST (g/100 mL)**	12,51 ± 0,26	-
ESD (g/100 mL)***	8,55 ± 0,05	Min. 8,20
Densidade (g/L)	1,030 ± 0,00	1,028-1,034
Acidez (g. ác. láctico/100 mL)	0,17 ± 0,01	0,13-0,18

* Instrução Normativa nº 37 de 31/10/2000

** EST: Extrato seco total.

*** ESD: Extrato seco desengordurado.

Nota-se que a água é o componente majoritário, uma vez que o teor de umidade detectado (85 g/100 mL ± 0,05) é condizente com o descrito por Silva (1997), o qual relata que no leite de cabra, o volume de água é de aproximadamente 88 g/100 mL, onde encontram-se dissolvidos, dispersos ou emulsionados os demais componentes. Este valor corrobora com o resultado da análise de densidade, demonstrando equilíbrio entre este solvente e os demais solutos na amostra analisada.

Para cinzas, observa-se um valor similar ao preconizado por Park et al. (2007), de 0,8 g/100 mL, sendo inclusive, superior que o observado em leite de vaca (0,7 g/100 mL) segundo este mesmo autor. A quantidade de cinzas é um indicativo

dos minerais que compõe este produto, sendo relatado por Liserre, Franco e Ré (2007), que o leite de cabra possui maior quantidade de potássio, cálcio, magnésio, fósforo, cloro e manganês, quando comparado ao leite de vaca.

O valor de proteína bruta ($3,61 \text{ g}/100 \text{ mL} \pm 0,05$) mostrou-se superior ao preconizado pelos autores Fernandes (2007) ($3,23 \text{ g}/100 \text{ mL}$), Andrade et al. (2008), ($3,00 \text{ g}/100 \text{ mL} \pm 0,20$) e Cenachi (2012) ($2,81 \text{ g}/100 \text{ mL} \pm 0,03$), os quais avaliaram o leite de cabra das raças Moxotó, Alpina e Sannen, respectivamente. Pinheiro (2012), também encontrou valores inferiores para este componente em diferentes épocas do ano (período chuvoso: $2,87 \text{ g}/100 \text{ mL}$; período seco: $2,81 \text{ g}/100 \text{ mL}$), contudo, não foi relatada a raça caprina. Tais resultados estão de acordo com o mencionado por Guo (2003), sendo que o conteúdo proteico pode ser influenciado pela raça, estágio de lactação, alimentação, clima, parto, época do ano e estado de saúde do úbere destes animais.

Quando comparado ao leite de vaca, Ribeiro e Ribeiro (2010) destacam que a quantidade de proteína bruta é similar ao encontrado no leite de cabra, diferindo-se na constituição proteica e na composição dos aminoácidos da caseína segundo Haenlein (1992). De acordo com Le Jaouen (1981), a α s-caseína representa 21,2 % e 40 % da proteína do leite de cabra e vaca, respectivamente, sendo que Remeuf e Lenoir (1986) observaram que o leite de cabra possui maior proporção de caseína α s₂ do que α s₁, as quais quando digeridas no organismo humano formam um coágulo mais fino e macio tornando este leite de menor alergenicidade que o leite de vaca.

Nota-se que o teor de lipídios totais neste presente trabalho ($3,97 \text{ g}/100 \text{ mL} \pm 0,21$) foi superior ao observado por Fernandes (2007), Andrade et al. (2008) e Pereira, Duarte Neto e Paciulli (2009) com 3,89, 3,70 e 3,19 g/100 mL, respectivamente. Segundo Furtado (1985) e Delacroix – Buchet e Lamberet (2000), este componente contribui significativamente com a formação do *flavor* do leite caprino, resultante da lipólise dos ácidos graxos de cadeia curta principalmente os ácidos capríco, caprílico e cáprico, os quais estão em quantidade 2 vezes maior que no leite de vaca. Outro fator importante é que no leite de cabra existe maior percentual de pequenos glóbulos de gordura com diâmetro inferior a $1,5 \mu\text{m}$ (28 %) em relação ao leite de vaca (10 %), o que denota sua grande digestibilidade, justificando a frequente utilização deste leite na alimentação de pessoas idosas, crianças e convalescentes (FURTADO, 1985).

Entre os carboidratos totais encontrados no leite, nota-se um teor de 5,93 g/100 mL \pm 1,65, sendo a lactose aquela que está em maior proporção, contribuindo diretamente com os valores de sólidos totais.

Quanto ao teor de extrato seco total, verifica-se que a elevação deste componente implica em maiores rendimentos para as indústrias de laticínios, sendo que o valor encontrado (12,51 g/100 mL \pm 0,26), foi similar ao relatado por Silva (2011), com 12,6 g/100 mL. Contudo, quando observado o extrato seco desengordurado, verifica-se um valor superior no leite de cabra deste presente trabalho (8,55 g/100 mL \pm 0,05), pois, considerando que este parâmetro é representado pela somatória dos constituintes sólidos do leite, com exceção da gordura, nota-se a redução na quantidade de ESD na medida em que se aumenta o teor lipídico.

A acidez do leite de cabra (0,17 g.ác. láctico/100 mL) mostrou-se adequada para o desenvolvimento das formulações de sorvete, apresentando similaridades com o trabalho de Fernandes (2007), o qual relatou 0,18 g.ác. láctico/100 mL.

5.2. EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA MUCILAGEM DE CHIA (*Salvia hispânica L.*)

Com relação à quantidade total de mucilagem de chia extraída, observou-se um rendimento de 31,80 % \pm 1,02 considerando seu teor de umidade de 99,66 g/100g \pm 0,03. Comparando-a com uma amostra liofilizada (massa seca), nota-se que o rendimento reduziu para 0,21 % \pm 0,01 devido à remoção da água.

Avaliando-se outros estudos sobre a extração da mucilagem, observa-se que estes alcançaram rendimento (massa seca) superior aos encontrados neste presente trabalho. Segura-Campos et al. (2014 b), obtiveram 10,90 % de rendimento, sendo que as sementes (1:20) foram imergidas em água a 50 °C/30 min, trituradas e a mistura (semente, goma e água) foi centrifugada por 3 horas, sendo a goma, liofilizada (-40°C/24h) triturada e desengordurada em equipamento Soxhlet. Concomitantemente, Segura-Campos et al. (2014 a), realizaram outro estudo avaliando a eficiência da extração da mucilagem em Soxhlet e em fluido supercrítico (hexano + CO₂) utilizando sementes inteiras e trituradas e concluíram

que o maior rendimento ($12,60 \% \pm 0,15$) foi alcançado empregando o grão triturado em equipamento Soxhlet. Capitini et al. (2013) obtiveram, 3,80 % de rendimento, utilizando semente de chia: água na proporção de 1:10, as quais foram mantidas a temperatura ambiente por 4 h e posteriormente liofilizadas a $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, sendo a mucilagem separada dos grãos por fricção durante 45 minutos.

Portanto, observa-se que as distintas condições de extração resultam em proporções diferentes de mucilagem e por este motivo torna-se necessário um estudo aprofundado para verificar quais metodologias são mais adequadas, pois, mesmo no trabalho de Muñoz et al. (2012 b), com parâmetros bastante similares aos utilizados neste trabalho, nota-se resultados superiores de rendimento (6,97 %), sendo importante considera-los a fim de verificar a viabilidade tecnológica e financeira do processo.

Quanto a exsudação da mucilagem, Muñoz et al. (2012 b), ressaltam que a mesma é alcançada em 2 horas de hidratação, estabilizando-se neste período, sendo que o gel formado não é totalmente removido, permanecendo firmemente ligado a semente, conforme demonstrado na Figura 09. Ainda, segundo este mesmo autor, o gel desenvolve-se mesmo a baixas concentrações da semente, dados estes, condizentes com o observado neste trabalho, uma vez que a fração chia: água utilizada foi de 1: 40, tendo esta semente pequenas dimensões. Salgado-Cruz et al.(2013), destaca que as sementes de chia tem forma elíptica, variando o seu comprimento de 1,8-2,5 mm e largura de 1,5 a 2,0 mm, semelhante a semente de gergelim.



FIGURA 09: Mucilagem da semente de chia exsudada após 2 horas de hidratação e agitação

Fonte: OS AUTORES (2015)

Segundo Windsor et al. (2000), a exsudação do gel está relacionada com a localização da mucilagem nas sementes, as quais estão posicionadas nas células exteriores que formam o tegumento, chamadas de células mucilaginosas, ricas em fibras. Reyes-Caudillo, Tecante e Valdivia-López (2008), salientam que esta fibra dietética solúvel representa 6 % da semente de chia, evidenciando a elevada capacidade de retenção e absorção de água da mucilagem, podendo ser utilizada como um agente emulsionante e estabilizante de emulsões (GÔMES e COLÍN, 2008; CAPITANI et al., 2012).

Com relação à composição proximal, os dados estão disponibilizados na Tabela 08. Observa-se que a mucilagem é composta quase na sua totalidade por água, devido seu alto teor de umidade ($99,36 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,03$), corroborando com Trowell et al.(1976), o qual salienta que a fibra dietética solúvel, parcialmente removida da semente de chia é arrastada juntamente com a água, resultando em um gel de aspecto claro.

TABELA 08: Composição proximal da mucilagem da chia

Amostra	Umidade (g/100g)	Cinzas (g/100g)	Proteína bruta (g/100g)	Lipídios totais (g/100g)	Carboidratos totais (g/100g)
Mucilagem de chia	$99,66 \pm 0,03$	$0,03 \pm 0,01$	$0,05 \pm 0,01$	$0,07 \pm 0,01$	$0,19 \pm 0,03$

Observa-se que os carboidratos totais corresponderam à fração de solutos de maior quantidade na mucilagem de chia ($0,19 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,03$), o que representa 6,33, 3,80 e 2,71 vezes mais que o conteúdo de cinzas proteínas e lipídios, simultaneamente encontrados. Lin et al., (1994) descreve estes carboidratos como uma estrutura de polissacarídeos ramificado de alto peso molecular ($0,8\text{-}2 \times 10^6 \text{ Da}$) composto essencialmente de xilose, glicose, ácido glicurônico e ausência de pectina. Comparativamente ao trabalho de Muñoz et al.(2012a) que investigaram a composição centesimal da mucilagem de chia em base seca, também foram observados valores reduzidos de cinzas ($8 \text{ g}/100\text{g}$), proteínas ($4 \text{ g}/100 \text{ g}$;) e lipídios ($1,78 \text{ g}/100 \text{ g}$) em relação aos carboidratos totais ($48 \text{ g}/100\text{g}$), sendo esta quantidade 3,48 vezes maior que a soma destes componentes .

5.3. ANÁLISES DO SORVETE

5.3.1. Efeitos da concentração de mucilagem de chia, farinha de semente de alfarroba e tempo de maturação sobre as características de força de compressão, teor de lipídios totais e valor energético das formulações de sorvete.

Na Tabela 09 pode-se observar a matriz do PFC (2^3), apresentando as médias obtidas para o teor de lipídios (g/100g), valor energético (Kcal/100g) e força de compressão (g) nas formulações de sorvete. Os efeitos proporcionados pelas variáveis (farinha de semente de alfarroba, mucilagem de chia e tempo de maturação da calda) sobre as respostas anteriormente mencionadas podem ser visualizados na Tabela 10.

Observa-se que a concentração de mucilagem de chia, como previsto, influenciou negativamente no teor de lipídios (g/100g) das formulações de sorvete, indicando que a passagem do nível inferior para o superior da faixa estudada resultou em um decréscimo de 1,98 g/100g de lipídios. As demais variáveis não mostraram-se significativas ($p < 0,05$) dentro das faixas estudadas para as mesmas (Tabela 10).

Avaliando a Tabela 09, nota-se que conforme foi substituindo-se a gordura hydrogenada pela mucilagem de chia ocorreu um decréscimo na quantidade de lipídios, com destaque para redução de até 3,10 g/100g deste componente (1,77 vezes menos) na formulação F14 (controle 02: adição de 100 % de mucilagem). Os demais trabalhos que utilizaram substitutos de gordura, também observaram a mesma tendência na redução deste componente, a citar: Boff (2012), o qual fez uso da fibra de laranja, Santos e Silva (2012) que utilizaram como substitutos os produtos comerciais *Selecta Light*, *Litesse* e *Dairy-Lo* e Murtaza et al. (2004), os quais substituíram parcialmente o creme de leite por figo seco.

Quanto ao valor energético, observa-se na Tabela 10 que não houve influencia das variáveis estudadas sobre esta resposta. Contudo, mesmo a concentração da mucilagem não sendo significativa ($p < 0,05$), nota-se que a mesma exerceu um efeito negativo, sendo que a passagem do nível inferior para o superior, dentro da faixa estudada, resultou em um decréscimo de 10,04 Kcal/100 g, a qual está relacionada com a redução no teor de lipídios nas formulações de sorvete.

TABELA 09: Matriz do PFC (2³) com valores reais (entre parênteses) e codificados das variáveis estudadas

Formulações (F)	x ₁	x ₂	x ₃	Lipídios totais (g/100g)	Valor energético (Kcal/100g)	Força de compressão (g)
1	-1 (12)	-1 (2,5)	-1 (15,0)	6,00 ± 0,20	470,48 ± 202,70	10.611,68 ± 1.985,99
2	1 (24)	-1 (2,5)	-1 (15,0)	6,07 ± 0,21	473,80 ± 78,42	7.957,04 ± 711,81
3	-1 (12)	1(5,0)	-1 (15,0)	6,13 ± 0,32	467,10 ± 101,47	5.409,66 ± 1.071,48
4	1 (24)	1(5,0)	-1 (15,0)	6,10 ± 0,26	473,00 ± 54,49	11.300,18 ± 522,98
5	-1 (12)	-1 (2,5)	1 (30,0)	4,03 ± 0,15	456,58 ± 29,22	4.790,11 ± 653,78
6	1 (24)	-1 (2,5)	1 (30,0)	4,07 ± 0,35	461,79 ± 84,09	6.303,11 ± 1.085,90
7	-1 (12)	1 (5,0)	1 (30,0)	4,10 ± 0,44	456,05 ± 158,53	2953,61 ± 122,76
8	1 (24)	1 (5,0)	1 (30,0)	4,17 ± 0,29	461,08 ± 51,10	14.507,51 ± 1.515,26
9	0 (18)	0 (3,75)	0 (22,5)	4,83 ± 0,29	465,49 ± 122,37	9.493,10 ± 710,74
10	0 (18)	0 (3,75)	0 (22,5)	4,90 ± 0,20	464,77 ± 16,33	8.756,77 ± 892,29
11	0 (18)	0 (3,75)	0 (22,5)	4,87 ± 0,15	470,05 ± 47,81	9.485,37 ± 1.003,06
12	(24)	(0,0)	(0,0)	7,10 ± 0,20	476,89 ± 21,48	5.839,21 ± 1.09886
13	(24)	(5,0)	(0,0)	7,07 ± 0,31	474,96 ± 56,50	5.281,79 ± 1.243,38
14	(24)	(0,0)	(30,0)	4,00 ± 0,10	448,91 ± 89,11	10.187,60 ± 344,32

x₁: tempo de maturação (horas); x₂: farinha de semente de alfarroba (g/100g); x₃: mucilagem de chia (g/100g).

TABELA 10: Efeito das variáveis estudadas no planejamento fatorial completo PFC (2^3) sobre a resposta de lipídios totais (g/100g) força de compressão (g) e valor energético (Kcal/100g) das formulações de sorvete

Variáveis	Lipídios Totais (g/100g)				Força de Compressão (g)				Valor Energético (Kcal/100g)			
	Efeito	Erro Padrão	t(3)	p-valor*	Efeito	Erro Padrão	t(3)	p-valor*	Efeito	Erro Padrão	t(3)	p-valor*
Média	5,02	0,05	101,95	0,0000*	8.324,38	306,52	27,16	<0,0000	465,47	1,71	271,72	<0,0000*
x_1 (tempo de maturação)	0,03	0,11	0,29	0,7874	4.075,69	718,86	5,67	0,0048*	2,68	4,02	0,67	0,5405
x_2 (alfarroba)	0,08	0,11	0,72	0,5108	1.127,25	718,86	1,57	0,1919	0,82	4,02	0,20	0,8473
x_3 (mucilagem)	-1,98	0,11	-17,16	<0,0001*	-1.681,06	718,86	-2,34	0,0795	-10,04	4,02	-2,50	0,0668
$(x_1) \times (x_2)$	-0,02	0,11	-0,14	0,8923	4.646,51	718,86	6,47	0,0029*	-1,58	4,02	-0,39	0,7142
$(x_1) \times (x_3)$	0,02	0,11	0,14	0,8923	2.457,75	718,86	3,42	0,0268*	-1,92	4,02	-0,48	0,6568
$(x_2) \times (x_3)$	0,00	0,11	0,00	1,0000	2.056,70	718,86	2,86	0,0459*	2,91	4,02	0,72	0,5083

* Valor significativo quando $p < 0,05$

Nota-se na Tabela 09, que a formulação com menor valor energético foi também a F14 (448,91 Kcal/100g \pm 89,11), verificando-se a redução de 27,98 Kcal em 100 gramas de sorvete quando comparada a padrão (476,89 Kcal/100g \pm 21,48). Estes valores também permaneceram menores nas demais formulações com substituição parcial da base gordurosa.

Comparativamente, Sousa (2013) descreveu menor valor energético (114,11 a 128,48 kcal/100g) para sorvetes com substituição parcial da gordura por inulina e concentrado proteico de soro, contudo, nota-se que essa redução foi de 14,37 Kcal/100g nas formulações, valor este, inferior ao observado no presente trabalho.

O tempo de maturação da calda (h) apresentou efeito positivo sobre a força de compressão das formulações de sorvete, indicando que a passagem do nível inferior para o superior, na faixa estudada, resultou em um acréscimo de 4.075,69 g, sendo que a interação do tempo com as demais variáveis apresentou efeito positivo e significativo ($p < 0,05$) sobre esta resposta, conforme demonstrado na Tabela 10.

Avaliando-se este efeito do tempo de maturação, nota-se que houve maior força de compressão quando o mesmo interagiu com a farinha de alfarroba comparado à mucilagem de chia, representando um aumento na força de compressão de 4.646,51g, o que pode ser explicado pelo elevado tempo de exposição das proteínas presentes na farinha de alfarroba às condições de maturação, formando uma rede intensa e provocando o aumento na firmeza do sorvete. A mucilagem, na presença das demais variáveis também sofreu influência observando-se aumento na força de compressão.

Esta influência também foi relatada por Milliatti (2013), o qual realizou um estudo reológico em sorvetes utilizando diferentes hidrocolóides e concluiu que a combinação de gelatina com as galactomananas (goma guar e alfarroba) apresentam forte relação com o tempo de maturação e propriedade reológica, o que não foi observado nas formulações contendo cada um dos estabilizantes isoladamente, demonstrando que a maturação da calda é responsável pela formação de uma rede contínua e estável. Tais resultados vão de encontro ao observado neste presente estudo, pois, verifica-se que a formulação F8, com as três variáveis estudadas nos níveis superiores, resultou em maior média para força de compressão (14.507,51g \pm 1.515,26), indicando que tempos prolongados de maturação da calda aliado a forte interação dos hidrocolóides possam ter aumentado a resistência e conseqüente firmeza não sendo promissores para a

textura instrumental (Tabela 09). Contudo, mesmo considerando este aumento na força de compressão, o resultado ainda foi inferior ao constatado por Rossa, Burin e Bordignon-Luiz (2012), com aproximadamente 37.0000g em sorvete com teor lipídico de 4 g/100 g, situando-se bem próximo ao encontrado para a formulação F8 (4,17g/100g \pm 0,29) deste presente trabalho.

Observa-se que a mucilagem mesmo não sendo significativa ($p < 0,05$) quando analisada isoladamente, apresentou redução de 1.681,06 g na força de compressão. Muñoz et al. (2012 a) verificaram que a hidratação desta foi significativamente aumentada quando a temperatura atingiu valores próximos a 80 °C, sendo esta condição utilizada para a pasteurização da calda, o que pode ter promovido redução na textura instrumental, corroborando com os valores de umidade, os quais são superiores nas formulações adicionadas de mucilagem com relação a padrão (Tabela 12). Estes dados concordam com Tosco (2004), o qual salienta que o aumento nos valores de umidade é em decorrência da afinidade e capacidade da mucilagem em absorver mais de 12 vezes o seu peso de água.

Ainda, segundo Ayerza (2005), a alta viscosidade da mucilagem de chia torna-a mais propensa a produzir efeitos desejados do que as fibras de menor viscosidade dietética, tais como a betaglucanas e a goma guar.

5.3.2. Características físicas

A densidade aparente é o único parâmetro preconizado para sorvetes segundo a Resolução RDC nº 266 de 2005. Os resultados desta análise, de *overrun* e de sólidos totais estão disponibilizados na Tabela 11.

O limite mínimo para densidade aparente é estipulado em 475 g/L o que representa 110 % de *overrun*. Contudo, observa-se que todas as formulações apresentaram-se abaixo do valor preconizado, verificando-se redução destes parâmetros quando a farinha de semente de alfarroba e mucilagem de chia foram adicionadas concomitantemente. Tais resultados podem ser explicados pelo aumento na viscosidade da calda proporcionada pela interação destes ingredientes, sendo também relatado por Milliatti (2013), o qual obteve menor incorporação de ar em formulações de sorvete em que foram combinadas a goma de alfarroba e gelatina. Este proposto justifica o maior percentual de *overrun* (42,11 %) e

densidade aparente (181,82 g/L) na formulação 14 a qual foi preparada somente com a mucilagem de chia sem a adição da farinha de semente de alfarroba, resultando em uma calda menos espessa após a maturação.

Sabe-se também que a redução no teor de gordura pode diminuir a agregação das bolhas de ar e influenciar o rendimento em sorvetes, como relatado no trabalho de Su (2012), contudo, esta condição não foi observada na formulação 8, como mencionado anteriormente, indicando que a mucilagem de chia, isoladamente pode ter se comportado de maneira similar a gordura, auxiliando na formação e retenção das bolhas de ar.

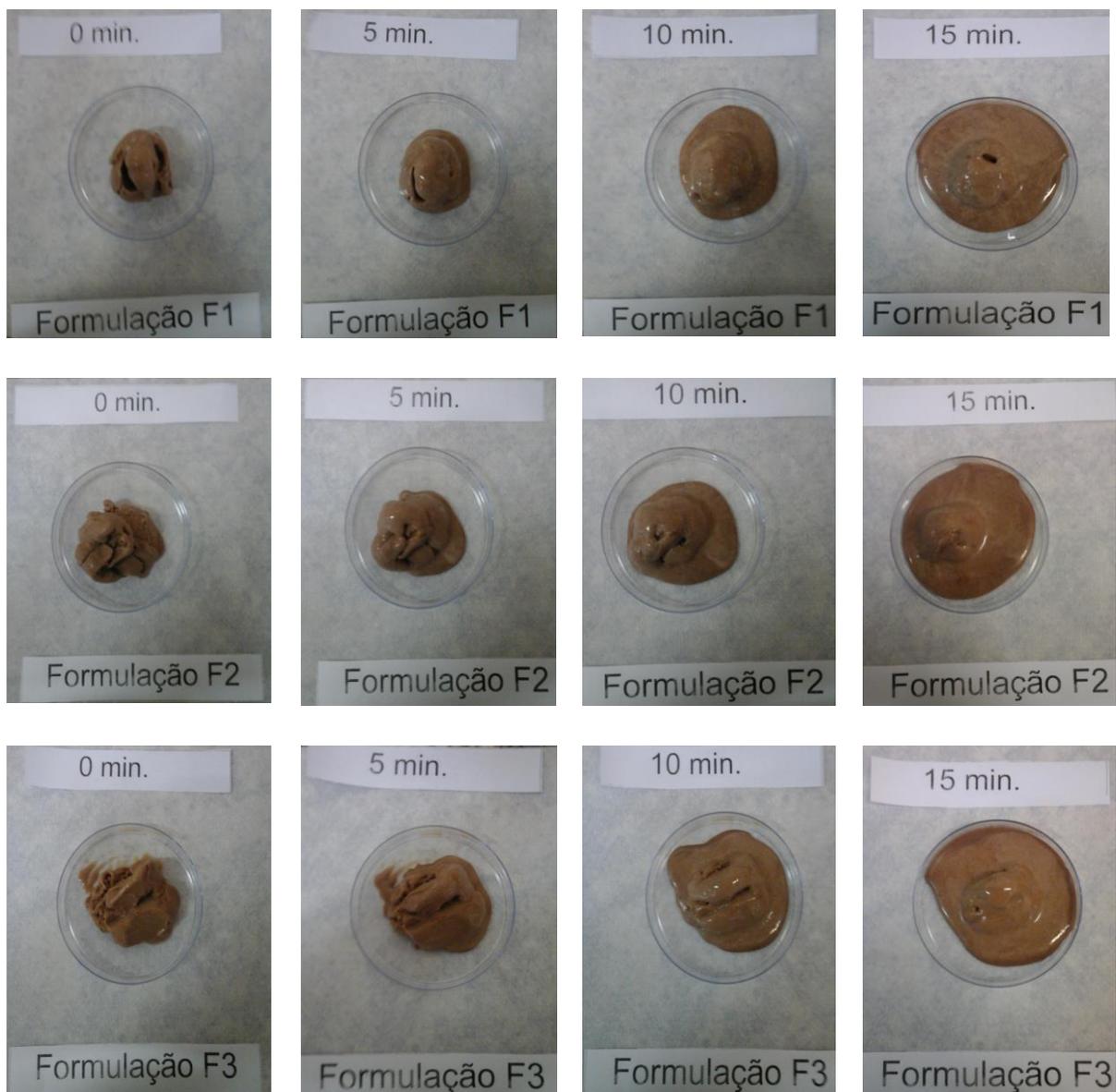
TABELA 11: Análise da densidade aparente, *overrun* e sólidos totais das formulações de sorvete.

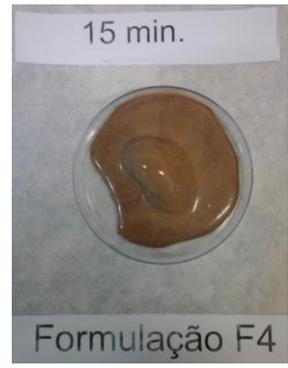
Formulações (F)	Densidade Aparente (g/L)	<i>Overrun</i> (%)	Sólidos Totais (g/100g)
1	126,39	29,27	33,45 ± 0,13
2	136,92	31,71	32,99 ± 0,73
3	76,77	17,78	31,79 ± 0,62
4	98,14	22,73	30,33 ± 1,11
5	119,66	27,71	32,59 ± 0,62
6	151,14	35,00	31,44 ± 0,36
7	94,79	21,95	31,09 ± 0,37
8	116,84	27,06	29,78 ± 0,53
9	112,53	26,06	30,93 ± 0,70
10	111,95	25,93	30,98 ± 0,48
11	110,47	25,58	30,97 ± 0,45
12	155,01	35,90	33,12 ± 0,65
13	88,58	20,51	35,10 ± 0,28
14	181,82	42,11	32,62 ± 1,01

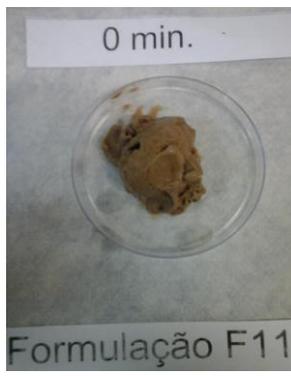
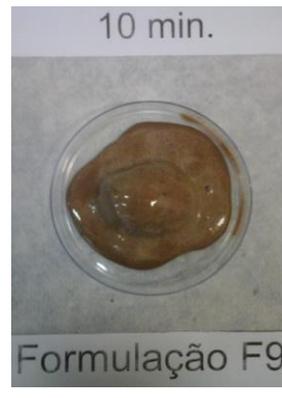
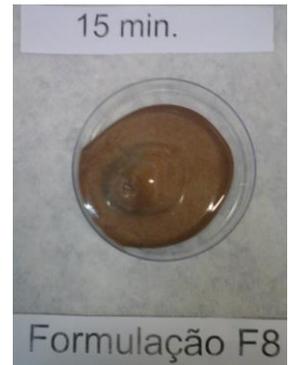
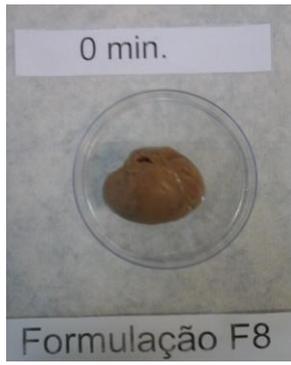
Segundo Clarke (2004), o teor de sólidos totais em sorvetes convencionais a base de leite podem variar de 28 a 40 g/100g, estando condizente com as formulações de sorvete deste presente trabalho, pois as médias situaram-se de 29,78 ± 0,53 a 33,45 g/100g ± 0,13, observando-se a redução neste parâmetro

conforme o aumento no teor de umidade (Tabela 12). Nota-se que as médias das formulações do PFC (2³) mostram-se bem próximas, o que parece não ter sido influenciada pela substituição da gordura pela mucilagem de chia, mostrando-se contrário aos resultados de Silva (2013), o qual relatou em seu trabalho com sorvete de leite de cabra e maior percentual de sólidos totais, tendo em vista o elevado teor de lipídios (18,98 a 15,83 g/100g) e proteínas (12,38 a 14,34 g/100g).

Quanto a análise qualitativa de derretimento, pode-se visualizar na Figura 10 o comportamento das formulações de sorvete nos tempos 0, 5, 10 e 15 minutos.







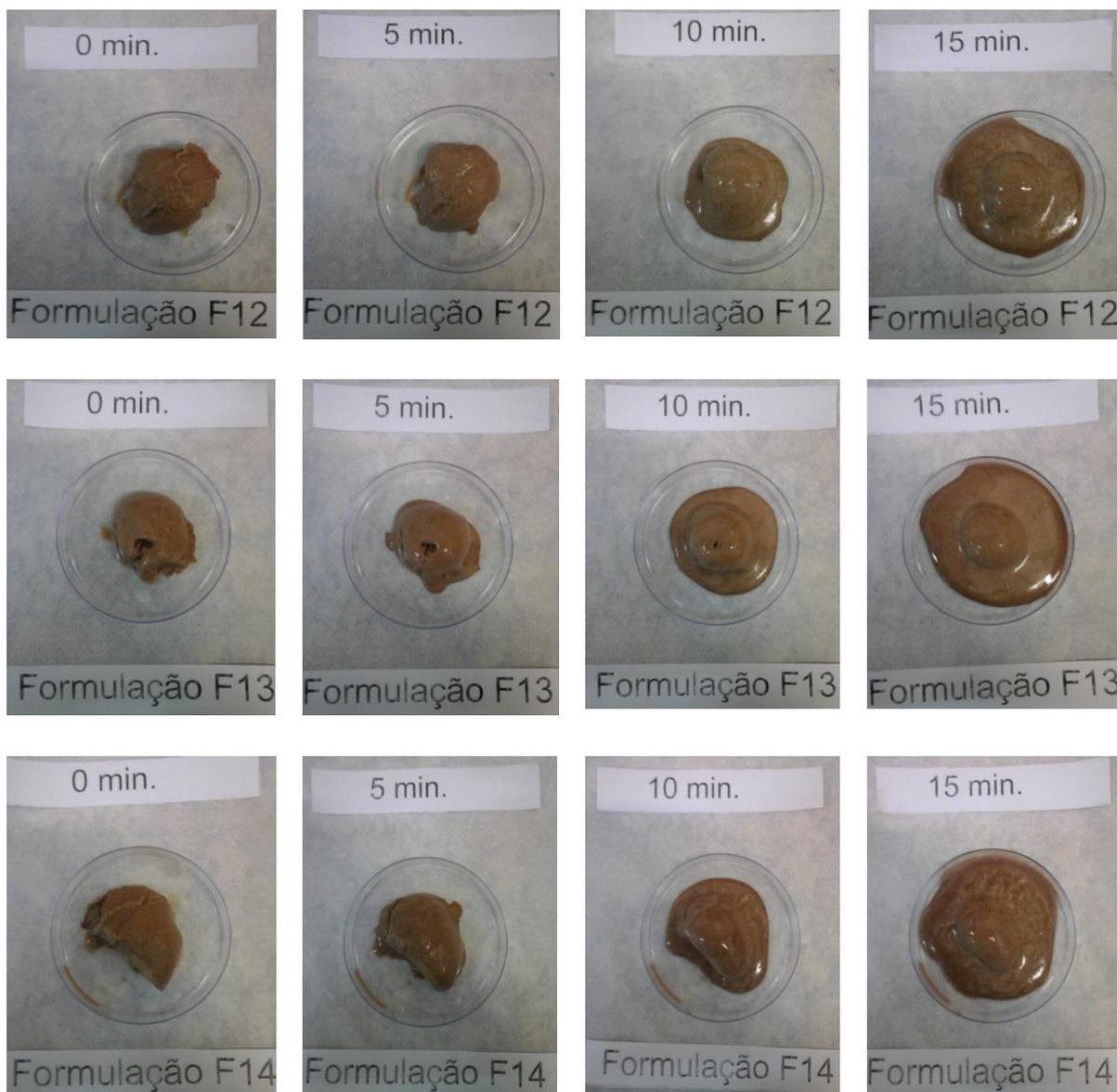


FIGURA 10: Análise do tempo de derretimento das formulações de sorvete após 15 minutos de exposição à temperatura ambiente (25 °C)

Fonte: OS AUTORES (2015)

Nota-se que as formulações iniciaram o processo de fusão próximo aos 10 minutos, sendo que as mesmas não apresentaram derretibilidade total no tempo máximo estimado (15 minutos), o que segundo Soller e Veiga (2001) pode estar associado ao excesso de estabilizante, neste caso, representado pela farinha de semente de alfarroba em associação com a mucilagem de chia. Ainda, conforme Milliatti (2013), os estabilizantes aumentam a firmeza e promovem o derretimento mais lento e uniforme.

De acordo com Lopes e Gonçalves (1990) a goma de alfarroba apresenta um valor aproximado de 5,8 % de proteína com propriedades emulsionantes importantes

e atuando como bons estabilizadores por apresentam em sua composição, grupos hidrofóbicos e hidrofílicos que reduzem a tensão superficial na interface líquido-líquido ou líquido-gás. Sousa (2013), também observou resistência ao derretimento em sorvete adicionado de fibra prebiótica (inulina), a qual provavelmente atuou na retenção de água.

Para Damodaran (2007), a adição de hidrocolóides aos sorvetes retarda a taxa de crescimento dos cristais de gelo, devido ao aumento da viscosidade da fase líquida, formando uma rede tridimensional o que diminui a mobilidade da água.

Granger et al.(2005), ressalta que a gordura influencia o derretimento dos sorvetes, pois parte dos glóbulos que envolve as bolhas de ar, estabiliza a fase gasosa, sendo que o aumento nos níveis de agregação da gordura, melhora a resistência do sorvete ao derretimento. Entretanto, nota-se que a formulação F12, com adição de 100 % de gordura hidrogenada e a F14, com substituição total da base gordurosa, não apresentaram diferenças visuais quanto ao tempo e aspecto de derretimento, indicando que a aplicação deste gel pode representar uma alternativa como substituto da gordura.

5.3.3. Caracterização da composição proximal

Os resultados referentes à composição proximal das formulações de sorvete estão disponíveis na Tabela 12.

Com relação à umidade, as médias das formulações de sorvete variaram de $64,90 \pm 0,28$ a $70,22 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,53$, sendo similar aos resultados encontrados por Boff (2012) utilizando fibra de laranja (63 a 70 g/100g) e Rechsteiner (2009), o qual fez uso de maltodextrina de mandioca e batata-doce (61 a 70 g/100g) em sorvete. Nota-se que a F13 foi à formulação que apresentou menor teor de umidade, o que pode estar relacionado com a menor capacidade da farinha de semente de alfarroba agir isoladamente, pois nas formulações em que ocorreu adição conjunta com a mucilagem de chia, houve um incremento na absorção de água aumentando os valores de umidade com o aumento do tempo de maturação da calda.

TABELA 12: Composição proximal das formulações de sorvete

Formulações (F)	Umidade (g/100g)	Cinzas (g/100g)	Lipídios Totais (g/100g)	Proteína Bruta (g/100g)	Carboidratos totais (g/100g)
1	66,55 ± 0,13	1,44 ± 0,02	6,00 ± 0,20	5,12 ± 0,20	20,89 ± 0,51
2	67,01 ± 0,73	1,46 ± 0,02	6,07 ± 0,21	5,07 ± 0,37	20,39 ± 0,91
3	68,21 ± 0,62	1,45 ± 0,01	6,13 ± 0,32	5,31 ± 0,22	18,90 ± 0,77
4	69,67 ± 1,11	1,43 ± 0,03	6,10 ± 0,26	5,30 ± 0,07	17,51 ± 0,85
5	67,41 ± 0,62	1,45 ± 0,02	4,03 ± 0,15	5,03 ± 0,07	22,08 ± 0,53
6	68,56 ± 0,36	1,49 ± 0,02	4,07 ± 0,35	5,06 ± 0,09	20,82 ± 0,38
7	68,91 ± 0,37	1,55 ± 0,06	4,10 ± 0,44	5,30 ± 0,06	20,14 ± 0,73
8	70,22 ± 0,53	1,51 ± 0,02	4,17 ± 0,29	5,34 ± 0,15	18,76 ± 0,57
9	69,07 ± 0,70	1,47 ± 0,01	4,83 ± 0,29	5,17 ± 0,12	19,48 ± 0,43
10	69,02 ± 0,48	1,49 ± 0,00	4,90 ± 0,20	5,16 ± 0,07	19,43 ± 0,73
11	69,03 ± 0,45	1,50 ± 0,01	4,87 ± 0,15	5,16 ± 0,07	19,44 ± 0,41
12	66,88 ± 0,65	1,44 ± 0,03	7,10 ± 0,20	5,08 ± 0,02	19,50 ± 0,47
13	64,90 ± 0,28	1,45 ± 0,00	7,07 ± 0,31	5,32 ± 0,11	21,26 ± 0,54
14	67,38 ± 1,01	1,41 ± 0,04	4,00 ± 0,10	5,01 ± 0,11	22,20 ± 1,06

Para cinzas, observa-se que os teores mantiveram-se numa faixa constante ($1,41 \pm 0,04$ a $1,50 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,01$), sendo superiores aos relatados por Paula (2012) e Silva (2013), com 1,02 a 1,08 g/100 e 0,38 a 0,66 g/100g, respectivamente, os quais também utilizaram leite de cabra nas formulações de sorvete.

Quanto ao teor de lipídios, as médias variam de $4,00 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,10$ a $7,10 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,20$, com redução deste componente nas formulações em que a gordura hydrogenada foi substituída total ou parcialmente pela mucilagem de chia. Considerando que o leite de cabra *in natura* apresentou 3,97 g/100 g de lipídios, acredita-se que na F14 (menor média para lipídios) o teor de matéria gordurosa seja exclusivamente desta matéria-prima. Crizel et al. (2014), também relatou redução de 50 % no teor de lipídios adicionando-se de 1 a 1,5 % de fibra de laranja em sorvetes.

Com relação ao valor proteico, observa-se uma tendência no aumento deste parâmetro conforme a adição de farinha de semente de alfarroba em maior proporção, sendo que as médias ($5,01 \pm 0,11$ a $5,34 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,15$) situaram-se acima do observado por Paula (2012) (2,90 a 3,12 g/100g), representando quase 2 vezes mais quantidade de proteínas nas formulações de sorvete deste presente trabalho.

Observa-se que o aumento no valor de umidade foi diretamente proporcional na redução dos carboidratos totais, onde as médias encontradas para as formulações de sorvete ($17,51 \pm 0,85$ a $22,20 \pm 1,06 \text{ g}/100\text{g}$) foram inferiores aos relatados por Sousa (2013) e Paula (2012) com variação de 20,03 a 27,45 g/100 g e 26,64 a 30,62, simultaneamente. Tais indicativos pressupõem que os distintos percentuais de ingredientes utilizados no preparo de sorvetes ocasionam diferenças entre as formulações, uma vez que não existem parâmetros legais que limitem a adição destas matérias – primas.

5.3.4. Análises instrumentais

Os resultados da análise instrumental de cor e atividade de água estão apresentados na Tabela 13.

Para atividade água, os valores apresentaram uma tendência de elevação conforme o aumento no tempo de maturação da calda principalmente nas formulações com adição de maior quantidade de farinha de semente de alfarroba,

conforme mencionado nas análises anteriormente realizadas. As médias observadas neste presente trabalho foram semelhantes aos encontrados por Silva (2013) e Correia et al. (2008), ambos com 0,97 de atividade água, os quais também utilizaram o leite de cabra como matéria prima na elaboração de sorvete.

TABELA 13: Análises instrumentais de cor e atividade água das formulações de sorvete.

Formulações (F)	Atividade de água	Cor		
		L^*	a^*	b^*
1	0,9562 ± 0,02	26,20 ± 4,20	1,84 ± 0,99	6,83 ± 1,47
2	0,9755 ± 0,03	25,33 ± 4,08	1,66 ± 0,43	5,86 ± 1,05
3	0,9547 ± 0,01	25,93 ± 4,41	1,58 ± 0,53	6,25 ± 1,28
4	0,9786 ± 0,00	21,53 ± 0,16	1,39 ± 0,09	4,86 ± 0,09
5	0,9758 ± 0,00	23,81 ± 1,78	1,99 ± 0,95	6,63 ± 0,80
6	0,9758 ± 0,00	27,19 ± 1,04	1,34 ± 0,26	5,24 ± 0,16
7	0,9743 ± 0,00	23,81 ± 1,74	2,02 ± 0,07	6,18 ± 0,59
8	0,9765 ± 0,00	25,27 ± 0,71	2,58 ± 0,25	6,97 ± 0,31
9	0,9766 ± 0,00	29,10 ± 0,64	3,19 ± 0,43	9,41 ± 0,37
10	0,9736 ± 0,01	30,64 ± 0,86	2,85 ± 0,35	8,47 ± 0,34
11	0,9776 ± 0,00	30,77 ± 0,11	3,07 ± 1,01	7,62 ± 0,07
12	0,9758 ± 0,00	32,03 ± 0,87	2,33 ± 0,21	8,44 ± 0,26
13	0,9778 ± 0,00	35,59 ± 0,72	3,30 ± 0,20	8,51 ± 0,28
14	0,9750 ± 0,00	31,32 ± 4,02	2,18 ± 0,11	7,46 ± 1,27

Devido à adição de cacau em pó, as formulações sorvete apresentaram-se com tonalidade escura, pois, a luminosidade variou de 21,53 a 35,59 sendo superior na formulação F12, com menor refletância da luz. Nota-se que estas apresentaram cromaticidade na região do vermelho (+ a^*) e amarelo (+ b^*), sendo características de produto a base de cacau, conforme Silva (2007), o qual menciona que a combinação dos cromos positivos a^* e b^* resulta na coloração marrom. Porém, não pode-se afirmar que a utilização da farinha de alfarroba e mucilagem de chia alteraram a cor, pois provavelmente o cacau tenha mascarado esta característica.

6. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos ao longo do trabalho, conclui-se que: O leite de cabra *in natura* apresentou-se adequado para elaboração das formulações de sorvete, pois cumpriu com os parâmetros estipulados pela legislação.

- O rendimento da mucilagem de chia reduziu após o processo de liofilização ($31,80 \% \pm 1,02$ para $0,21 \% \pm 0,01$), observando-se na amostra úmida, elevado teor de água ($99,66 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,03$), sendo que os carboidratos totais foram os solutos em maior proporção encontrados ($0,19 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,03$).
- O processo de exsudação foi observado após 2 horas de hidratação, onde não ocorreu a total separação do gel formado, permanecendo-o firmemente aderido as sementes de chia.
- Na análise de efeitos, verificou-se que as variáveis (tempo de maturação, concentração de farinha de alfarroba e mucilagem de chia) nos níveis mais elevados apresentaram forte interação, aumentando a força de compressão, conforme observado na formulação 8 ($14.507,51 \text{ g} \pm 1.515,26$).
- Observou-se que a maior redução no teor de lipídios (1,77 vezes menos) e no valor energético (menos $10,04 \text{ Kcal}/100\text{g}$) ocorreu na formulação F14 com a substituição total da gordura vegetal hidrogenada pela mucilagem de chia. A formulação F14 também apresentou maior taxa de *overrun* (42,11 %) e densidade aparente ($181,82 \text{ g}/\text{L}$).
- Quanto a derretibilidade, todas as formulações apresentaram comportamento similares, com tempo de fusão superior a 15 minutos.
- Para composição proximal, observou que os parâmetros mantiveram-se similares nas formulações, com exceção do teor de lipídios, que apresentou redução quando aumentada a concentração de mucilagem de chia e proteína bruta, com tendência de elevação conforme a adição de farinha de semente de alfarroba.
- Como existem poucos relatos sobre a composição e aplicação da mucilagem de chia em produtos alimentícios, considera-se estes dados de grande importância a fim de investigar através de outras técnicas a funcionalidade deste gel que apresentou boas características na substituição da base gordurosa, em especial quanto as características tecnológicas das formulações de sorvete estudadas.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Estudar outros métodos de extração da mucilagem de chia e verificar seu rendimento e composição em base seca e úmida.

Avaliar em que condições a mucilagem de chia apresenta melhores condições de hidratação.

Avaliar a microestrutura das formulações de sorvete a fim de verificar o efeito da mucilagem de chia e farinha de semente de alfarroba sobre a formação dos cristais de gelo.

Analisar quais formulações de sorvete apresentaram melhor aspecto tecnológico e realizar a avaliação sensorial a fim de observar aceitação do consumidor.

Aplicar a mucilagem de chia em outros derivados lácteos e avaliar seu comportamento na formação de géis.

REFERÊNCIAS

ABIS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE SORVETE. **Estatísticas**. Disponível em: <
http://www.abis.com.br/estatistica_producaoconsumodesorvetesnobrasil.html>.
Acesso em 11/03/2015.

ADAPA, S; DINGELDEIN, H.; SCHMIDT, K. A.; HERALD, T. J.. Rheological Properties of ice cream mixes and frozen ice creams containing fat and fat replacers. **Journal Dairy Science**. v.83, p. 2224-2229, 2000.

ADA reports. Position of the American Dietetic Association: Fat Replacers. **Journal of the American Dietetic Association**, v.105, n.2, p. 266-275, 2005.

ALONSO, L.; FONTECHA, J.; LOZADA, L.; FRAGA, M. J.; JUÁREZ, M. Fatty acid composition of caprine milk: major, branched chain and trans fatty acids. **Journal Dairy Science**. v. 82, p. 878–884, 1999.

ALVES, et al. Aceitação sensorial e caracterização de frozen yogurt de leite de cabra com adição de cultura probiótica e prebiótico. **Revista Ciência Rural**. v.39, m.9, p.2595-2600, 2009.

ANDRADE, P. V. D. de.; SOUZA, M. R. de.; PENNA, C. F. A. M. de.; FERREIRA, J. M. Características microbiológicas e físico-químicas do leite de cabra submetido à pasteurização lenta pós-envase e ao congelamento. **Ciência Rural**. v.38, n.5, p.1424-1430, 2008.

ARBUCKLE, Wendell S. **Ice cream**. 3ª ed. USA: AVI Publishing Company, 1977. 517p.

AOAC. Association Of Official Analytical Chemists. 2005. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 18 th ed. Gaithersburg, M.D, USA, 2005.

AYERZA, R. Oil content and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica* L.) from five Northwestern locations in Argentina. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 72:1079-1081, 1995.

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

Aykan V.; Sezgin E.; and Guzel-Seydim, Z. B. **Use of fat replacers in the production of reduced-calorie vanilla ice cream**. v.110, Issue 6, p. 516–520, 6 June 2008.

BARRACOSA, P., J. OSÓRIO, A. CRAVADOR. Evaluation of fruit and seed diversity and characterization of carob (*Ceratonia siliqua* L.) cultivars in Algarve region. **Scientia Horticulturae**. 114: 250–257, 2007.

BINER, B., H. GUBBUK, M. KARHAN, M. AKSU, M. PEKMEZCI. Sugar profiles of the pods of cultivated and wild types of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.) in Turkey. **Food Chemistry**. 100: 1453–1455, 2005.

BRASIL. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 266 de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico regulamento técnico para gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de setembro de 2005.

BRASIL. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360 de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 de dezembro de 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 37, de 31 de outubro de 2000. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade de leite de cabra. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 31 dez. 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Métodos analíticos oficiais físico-químicos, para controle de leite e produtos lácteos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 12 de dezembro de 2006.

BOFF, Camila, Gomes. **Desenvolvimento de sorvete de chocolate utilizando fibra de caca de laranja como substituto de gordura**. 2012. 59 f. Monografia (Curso Superior de Engenharia de Alimentos), Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

BOMFIM, M. A. D.; SANTOS, K. M. O. dos.; QUEIROGA, R. C. R. D. dos.; CORDEIRO, P. C.; OLIVEIRA, L. S. Produção e Qualidade do Leite de Cabra no Brasil. **XXIII Congresso Brasileiro de Zootecnia**. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Foz do Iguaçu, 2013.

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.

CAHILL, J.P. Ethnobotany of Chia, *Salvia hispânica* L. (*Lamiaceae*). **Economy Botany**, New York, v. 57, p.604-618, 2003.

CAILLET, A. CLAUDIA, C.; ADRIEL, J.; LAURENT, P. L.; RIVOIRE, A. Characterization of ice cream structure by direct optical microscopy. Influence of freezing parameters. **Swiss Society of Food Science and Technology**, p.743-749, 2003.

CAMPBELL, J. R.; MARSHALL, R. T. **The Science of Providing Milk for Man**. McGraw-Hill Book Co, New York, 1975. 801 p.

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

CAPITANNI, M. I.; IXTAINA, V. Y.; NOLASCO, S. M.; TOM, M. C. Microstructure, chemical composition and mucilage exudation of chia (*Salvia hispanica L.*) nutlets from Argentina. **Journal Agriculture Food Chemistry**. v. 93, p. 3856 - 3862, 2013.

CARGILL. **Viscogum LBG**. Disponível em:<
<http://www.cargillfoods.com/lat/pt/produtos/hidrocoloides/galactomanas/viscogum-lbg/index.jsp>>. Acesso em: 02/03/2015.

CASTRO, A.J.P.; FRANCO, L.J. Caracterização do consumo de adoçantes alternativos e produtos dietéticos por indivíduos diabéticos. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**. v. 46, n. 3, p. 280-287, 2002.

CENACHI, Daniel Barros. **Desenvolvimento de leite de cabra fermentado prebiótico com baixo teor de lactose adicionado de β -ciclodextrina**. 2012. 112 f. Dissertação (Departamento de Ciências Farmacêuticas, Faculdade de Farmácia). Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2012.

CHANDAN, R.C.; ATTAIE, R.; SAHANI, K.M. Nutritional aspects of goat milk and its products. In: INTERNATIONAL CONFERENCE IN GOAT'S, 5., New Dehli, 1992. **Proceedings...** New Dehli: 1992. p.1869-1890.

CHAPAVAL, L.; ALVES, F. S. F. **Boas práticas agropecuárias e sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle como ferramentas para produção de leite de cabra com qualidade**. Sobral: Embrapa Caprinos, 2009. 4 p. Comunicado Técnico, 69.

CLARKE, C. **The science of ice cream**. Cambridge. Royal Society of Chemistry, 2004. 187p. (RSC paper backs).

CRIZEL, T, M. de.; ARAÚJO, R. R. de.; RIOS, A, O. de.; RECH, R.; FLÔRES, S. H. Orange fiber as a novel fat replacer in lemon ice cream. **Food Sci. Technol.** v. 34, n.2, p.332-340, 2014.

COATES W.; AYERZA R. Production potential of chia in northwestern Argentina. **Indust Crop Prod.** v.5, p.229–233, 1996.

COATES, W. Chia: the complete guide to the ultimate superfood. Sterling Publishing Eds. New York, 2012.

COLDEBELLA, A.; MACHADO, P.F.; DEMÉTRIO, C.G.B.; RIBEIRO JÚNIOR, P.J.; MEYER, P.M.; CORASSIN, C.H.; CASSOLI, L.D. Contagem de Células Somáticas e Produção de Leite em Vacas Holandesas Confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.33, n.3, p.623-634, 2004.

CORREIA, R. T. P.; MAGALHÃES, M. M. A. dos.; PEDRIN, M. R. S.; CRUZ, A. V. F. da.; CLEMENTINO, I. Sorvetes elaborados com leite caprino e bovino: composição química e propriedades de derretimento. **Revista Ciência Agronômica.** v. 39, n.2, p. 251-256, 2008.

COSTA, A. **Leite caprino:** Um novo enfoque de pesquisa. Disponível:<<http://www.cnpsa.embrapa.br>>. Acesso em 06 de outubro de 2015.

COSTA, R. G.; QUEIROGA, R. C. R. E. de.; RIBEIRO, R. A. G. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira e Zootecnia.** v.38, p.307-321,2009.

CREDIDIO, Edson. **Alimentos funcionais na nutrologia médica,** São Paulo, Ottoni 2006.

DAKIA, P.A.; WATHELET, B.; PAQUOT, M. Isolation and chemical evaluation of carob (*Ceratonia siliqua* L.) seed germ. **Food chemistry.** v. 102, p. 1368-1374, 2007.

DAMODARAN, S. Inhibition of ice crystal growth in ice cream mix by gelatin hydrolysate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry.** v. 55, p. 10918-10923, 2007.

DELACROIX-BUCHET, A.; LAMBERET, G. **Sensorial properties and typicity of goat dairy products**. In: International Conference on Goats, 1, Tours/France, Proceedings. Tours/France, 2000. p.559-563.

DICKINSON, E.; STAINSBY, G. **Colloids in Foods**. London: Applied Science Publishers. 1982. p. 382-383.

DOSSIE GOMAS. Gomas. **Food ingredients Brasil**. n.32, p.28-48, 2015.

EARLY, Ralph. **Tecnologia de los productos lácteos**. Zaragoza: Acribia, 2000. 459 p.

EMBRAPA. **Leite de cabra funcional oferece vantagens adicionais para a saúde**. Disponível: <<https://www.embrapa.br>>. Acesso: 06 de outubro de 2015

EMBRAPA CAPRINOS - **Boas práticas agropecuárias e sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle como ferramentas para produção de leite de cabra com qualidade**. 2006. 4 p.

ESTABILIZANTES EM SORVETES. **Sorvetes e casquinhas** Disponível em:<http://www.insumos.com.br/sorvetes_e_casquinhas/materias/88.pdf>. Acesso em 15/03/2015.

FAOSTAT (2012)
<http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569#ancor> Consulta em 15-03-2015.

FERNANDES, Duarte Luis Esteves. **Composição química e propriedades organolépticas do leite de cabra de raça Charnequeira**. 2013. 53 f. Dissertação (Pós Graduação em Engenharia Alimentar- Processamento de Alimento)- Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2013.

FERNANDES, Marcelo Ferreira. **Qualidade do leite de cabras mestiças Moxotó suplementadas com diferentes fontes e níveis de óleo vegetal**. 79 f. 2007.

Dissertação (Pós Graduação em Zootecnia). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2007.

FERREIRA, B.R.T. **Caracterização nutricional e funcional da farinha de chia (*Salvia hispânica L.*) e sua aplicação no desenvolvimento de pães**. 2013. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

FERREIRA, R.E.G.; SANTOS, F.M.; SILVA, N.J. **Requeijão adicionado de mucilagem e farinha de chia (*Salvia hispânica L.*)**. Ceará, 2013.

Food and Agriculture Organization. FAO Banco de dados FAOSTAT. 2012 Disponível em: <http://apps.FAO.org> Acesso 15 de março de 2015.

FONSECA, C. E. M. da.; SILVA, T. L. da.; OLIVEIRA, C. A. de. **Caprinocultura**. Niterói: Programa Rio Rural, 2012.

FURTADO, M. **Fabricação de queijos de cabra**. 6ª ed . São Paulo: Nobel S.A, 1985.

GOFF, H. D. Ice cream undercontrol. **Dairy Ind. Int.**, v. 66, n. 1, p. 26-30, 2001.

GOFF, H.D.; JORDAN, W.K. Action of emulsifiers in promoting fat destabilization during the manufacture of ice cream. **Journal of Dairy Science**. v.72, n.1, p.18-29, 1989.

GOMES, V. A. H.; COLÉN, S. M. Caracterización morfológica de chia (*Salvia hispânica*). **Revista Fitotecnia Mexicana**, v.31, n.2, 2008.

GOUDJIL, H.; FONTECHA, J.; LUNA, P.; FUENTE DE LA, M. A.; ALONSO, L.; JUÁREZ, M. Quantitative characterization of unsaturated and trans fatty acids in ewe's milk fat. **Lait**, n. 84, p. 473–482, 2004.

GRANGER, C.; LEGER, A.; BAREYB, P.; LANGENDORFF, V.; CANSELLA, M. Influence of formulation on the structural networks in ice cream. **International Dairy Journal**. v.15, n. 3, p. 255-262, 2005.

GUIMARÃES, V. P. **Curva de lactação, efeitos ambientais e genéticos sobre o desempenho produtivo de cabras leiteiras**. 2004. 87 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

GUINARD, J.X.; ZOUMAS- MORSE, C.; MORI, L.; UATONI, B.; PANYAM, D.; KILARA, A. **Sugar and fat effects on sensor y pr operties of ice cream**. v.62, n.5, p.1087-1094, 2006.

GUO, M. **Goat's milk**. In: Caballero B., Trugo L., Finglas P. (Eds.). *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Academic Press, London, UK, 2003. p. 2944-2949.

HAENLEIN G.F.W. Role of goat meat and milk in human nutrition. In: **Anais V Int. Conf. on Goats**. New Delhi, India. Pre-Conference Proceedings Invited Papers, Vol. II, Part II, p. 575-580, 1992.

IDOUI, T.; RECHAK, H.; ZABAYOU, N. Microbial Quality, Physicochemical Characteristics and Fatty Acid Composition of a Traditional Butter Made From Goat Milk. **Annals. Food Science and Technology**. v.14, n.1, p.108-114, 2013.

IXTAINA, V. Y. **Caracterización de La semilla y El aceite de chia (Salvia hispânica L.) obtenido mediante distintos procesos. Aplicaciónen tecnologia de alimentos**. 2010. 301 f. Tese (Centro de Investigación y Desarrollo em Criotecnología de Alimentos)- Facultad de Ingeniería de La Universidad Nacional Del Centro de La Provincia de Buenos Aires. Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, 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 Analisisys**, v.24, p. 166-174, 2011.

JENNESS, R. Composition and characteristics of goat milk: review 1968 1979. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1605-1630, 1980.

JIMÉNEZ, F. E. G. **Caracterización de compuestos fenólicos presente en la semilla y aceite de chía (*Salvia hispanica L.*), mediate electroforesis capilar**. 2010. 101p. Tesis (Mestrado em Ciências em Alimentos) Instituto Politécnico Nacional Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Cidade do México, 2010.

KATO, N. M. **Propriedades tecnológicas de formulações de sorvete contendo concentrado protéico de soro (CPS)**. 2002. 50f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

KHAN, Z. I.; ASHRAF, M.; HUSSAIN, A.; MCDOWELL, L.R.; ASHRAF, M. Y. Concentrations of minerals in milk of sheep and goats grazing similar pastures in a semiarid region of Pakistan. **Small Rum**. v.65, p.274-278, 2006.

KIBON. **A história do sorvete no Brasil**. Disponível em: <http://www.kibon.com.br/>>. acesso em 12/04/2015

KIBON. O sorvete do Brasil. **Food Ingredients Brasil**. n.15, 2010.

LAGUNA, L E.; EGITO, A. S. do. **Fabricação de doce de leite de cabra tipo pastoso**. Sobral: Embrapa Caprinos,1999. 19 p. (Circular Técnica, 22).

LAZIA, PATRÍCIA. **Caprinos da raça Saanen**: aptidão leiteira é a principal característica. Disponível em: <<http://www.afe.com.br/noticia/10758/caprinos-da-raca-saanen:-aptidao-leiteira-e-a-principal-caracteristica>>. Acesso em: 19/04/2015.

LE JAOUEN, J.C. Milking and the technology of milk and milk products. In: GALL, C. (Ed.). **Goat production**. London: Academic Press, 1981. p. 345-377.

LIN, K. Y.; DANIEL, J. R.; WHISTLER, R. L. Structure of chia seed polysaccharide exudates. **Carbohydrate Polymers**, v.23 (1), 13-18, 1994.

LISERRE, A.M.; FRANCO, B. D. G. M.; RÉ, M. I. Microencapsulation of *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* in modified alginate-chitosan beads and evaluation of survival in simulated gastrointestinal conditions. **Food Biotechnology**. v. 21, p. 1-16, 2007.

LOPES DA SILVA, J.A.; GONÇALVES, M. P. **Food Hydrocoll.** v.4, p.277 (1990).

MADRID, A. Vicente, CENZANO, I., VICENTE, J.M. **Manual de Indústrias dos Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1995. 599p.

MAHDIAN, E.; KARAZHIAN, R. Effects of Fat Replacers and Stabilizers on Rheological, Physicochemical and Sensory Properties of Reduced-fat Ice Cream. **J. Agr. Sci. Tech.**v.15, p.1163-1174, 2013.

MENDES, M.M.; OLIVEIRA, C.F.; LOPES, D.S.; VALE, L.H.F.; ALCÂNTARA, T.M.; IZIDORO, L.F.M.; HAMAGUCHI, A.; HOMSI-BRANDEBURGO, M.I.; SOARES, A.M.; RODRIGUES, V.M. Anti-Snake Venom properties of *Schizolobium parahyba* (Caesalpinoideae) aqueous leaves extract. **Phytotherapy Research**. v. 22, p. 859-866, 2008.

MIGLIAVACCA, R. A.; VASCONCELOS, A. L. S.; SANTOS, C. L.; BAPTISTELLA, JOÃO L. C. Uso da cultura da chia como opção de rotação no sistema de plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 14, 2014, Bonito. **Anais**. Brasília: Embrapa, 118p.

MIKILITA, I.S. **Avaliação do estágio de adoção das Boas Práticas de Fabricação pelas indústrias de sorvete da região metropolitana de Curitiba (PR). Proposição de um plano de análise de perigos e pontos críticos de controle**. 2002.186 f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2002.

MILLIATI, M. C. **Estudo Reológico de Formulações para Sorvetes Produzidos com Diferentes Estabilizantes**. 2013. 109 f. Dissertação (Faculdade de Ciências Farmacêuticas). Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Bioquímico-

Farmaceutica (Área de Tecnologia de Alimentos). Universidade de São Paulo. São Paulo-SP, 2013.

MOSQUIM, M. C. A. **Fabricando Sorvete com Qualidade.** Fontes Comunicação.118p., 1999.

MUN, S.; KIM,Y.L.; KANG, C. G; PARK, K.H.; SHIM, J. Y.; KIM,Y. R. Development of reduced-fat mayonnaise using 4aGTase-modified rice starch and xanthan gum. **International Journal of Biological Macromolecul.** v. 44, n.5, p. 400-407, 2009.

MUNDIM, Silvio André Pereira. **Elaboração de iogurte funcional com leite de cabra, saborizado com frutos do cerrado e suplementado com inulina.** 2008. 115 f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008.

MUÑOZ, L. A. AGUILERA, J. M. RODRIGUEZ-TURIENZO, B. L.; COBOS, A, A.; DIAZ, A, O. Characterization and microstructure of films made from mucilage of *Salvia hispanica* and whey protein concentrate. **Journal of Food Engineering**, v.111, p.511-518. 2012 a.

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

MURTAZA, M. A.; MUEEN-UD-DIN, H. N. G. M. SHABBIR, A. MAHMOOD, S. Effect of Fat Replacement by Fig Addition on Ice Cream Quality. **Int. J. Agri. Biol.**v. 6, n.1, p. 68-70, 2004.

NEY, K.H. Sensogamme, einemethodischeErweiterung der Aromagramme. **Gondian**, v. 88, n. 1, p. 19, 1988.

PALMA, E, M. DONDE & W.R. LLOYD. Fixed oil of Mexico.. Oils of chia - *Salvia hispanica*. **J. Amer. Oil Chem. Soc.** v.24, p.27-28, 1947.

PANDYA, A. J.; GHODKE, K. M. Goat and sheep milk products other than cheeses and yoghurt. **Small Ruminant Research**. n. 68, p.193–206, 2007.

PARK, Y. **Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk**. Texas: Small Ruminant Research vol. 14, 1994, p.151-159.

PARK, Y.; HAENLEIN, G. **Therapeutic and hypoallergenic values of goat milk and implication of food allergy**. In: Handbook of milk of non bovine mammals. Blackwell Publishing, Iowa, USA, p. 121-35, 2006.

PARK, Y. W.; JUÁREZ, M.; RAMOS, M.; HAENLEIN, G. F. W. Physico-chemical 55 characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v.68, p.88-113, 2007.

PAULA, C. M. de. **Utilização de bactérias do grupo *Lactobacillus casei* no desenvolvimento de sorvete potencialmente probiótico de leite de cabra e polpa de cajá (*Spondias mombin*)**.2012. 84 f. Mestrado (Pós-Graduação em Tecnologia Bioquímica – Farmacêutica, Área de Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

PEREIRA, E. D.; DUARTE NETO, J. P.; PACIULI, S. O. D. Produção e qualidade do leite de cabra produzido no IFMG campus Bambuí durante o período das secas. **II Semana de Ciências e Tecnologia do IFMG Campus-Bambuí II Jornada Científica**, 2009.

PEREIRA, M. M. G. T. **Viabilidade da produção intensiva de gado caprino**. 2009. 69 f. Dissertação (Mestrado em Economia Agrária e Gestão do Território)- Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2009.

PETIT, M. D.; PINILLA, J. M. Production and Purification of a Sugar Syrup from Carob Pods. **Lebensm.-Wiss u-Technol**. v.28, p.145-152, 1994.

PINHEIRO, Janeto Gurgel. **Características físico-químicas do leite caprino na época seca e chuvosa na microrregião de Mossoró-RN**. 2012. 79 f Dissertação (Programa de pós Graduação em Produção Animal).Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2012.

PORTO, Oswaldo L. Uma importante etapa na produção perfeita do sorvete: homogeneização. **Revista Sorveteria Brasileira**, n 122, p. 37-38, jul/ago. 1998.
Revista sorvete & casquinha 2006.

QUADROS, D. G. Leite de cabra: produção e qualidade. **Pubvet**. v. 2, n.1, 2008.

RANADHEERA, C. S.; EVANS, C. A.; ADAMS, M.C.; BAINES, S. K. Probiotic viability and physico-chemical and sensory properties of plain and stirred fruit yogurts made from goat's milk. **Food Chemistry**. n.135, p.1411–1418, 2012.

RAYNAL-LJUTOVAC, K.; LAGRIFFOUL, G.; PACCARD, P. GIULLIET, I.; CHILLIARD, T. Composition of goat and sheep milk products. Na update. **Small Ruminant Research** . v.9, n.1, p.57-72, 2008.

RECHSTEINER, Mariana.Schimidt. **Desenvolvimento de amidos fosfatados de batata doce e mandioca e aplicação como substitutos de gordura em sorvetes**. 2009. 167 f. Tese (Faculdade de Ciências Agronômicas, campus Botucatu). Universidade Estadual Paulista Julia de Mesquita Filho. Botucatu, 2009.

REMEUF F.; LENOIR J. Relationship between the physicochemical characteristics of goat's milk and its rennetability. **Intl. Dairy Bull**. v.202, n.68, 1986.

REYES-CAUDILLO E, TECANTE A, VALDIVIA-LÓPEZ MA. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica L.*) seeds. **Food Chem**, v. 107. p.656-673, 2008.

RIBEIRO, S. D. A. **Caprinocultura**: criação racional de caprinos. São Paulo: Nobel, 1997.318 p.

RIBEIRO, A. C.; RIBEIRO, S. D. A. Specialty products made from goat milk. **Small Ruminant Res.** v. 89, p. 225-33, 2010.

ROCHA, E. M. S. da.; DAGA, J.; FRIZON, J. S.; ROMAN, J. A. Análise sensorial de sorvete de creme elaborado a base de leite de cabra. **Anais do II ENDICT - Encontro de Divulgação Científica e Tecnológica.** ISSN 2176-3046. Toledo, 2010.

ROUSSEAU, D. Fat crystals and emulsion stability: a review. **Food Research International.** v.33, n. 1, p.3-14, 2000.

ROSSA, P. N.; BURIN, V. M.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Effect of microbial transglutaminase on functional and rheological properties of ice cream with different fat contents. **Food Science and Technology.** v.48, p.224-230, 2012.

RUBINO, R.; CLAPS, S. **Goat Husbandry Systems in Southern Italy.**v.71, p.59-73, 1995.

SABATINI, D.R.; et al. Composição centesimal e mineral da alfarroba em pó e sua utilização na elaboração e aceitabilidade em sorvete. **Alimentos e Nutrição,** v.22, n. 1, p. 129-136, 2011.

SALGADO-CRUZ, M. P. DE LA.; CALDERÓN-DOMÍNGUEZA, G.; CHANONA-PÉREZ, J.; FARRERA-REBOLLOA, 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.

SALGADO, M. P.; CEDILLO, C. M. C. Beltrán O. M. C. **Estudio de las Propiedades Funcionales de la Semilla de Chia.** México 2005. Disponível em: <<http://.respyn.uanl.mx/especiales/005...C/A5.pdf>>. Acesso em: 29 de março de 2015.

SANDOLO, C.; COVIELLO, T.; MATRICARDI, P.; ALHAIQUE, F. Characterization of polysaccharide hydrogels for modified drug delivery. **Eur. Biophys. J.** v.36, n.7, p. 693–700, 2007.

SANT'ANA, A. M. S.; BEZERRIL, F. F.; MADRUGA, M. S.; BATISTA, A. S. M.; MAGNANI, M.; SOUZA, E. L.; QUEIROGA, R. C. R. E. Nutritional and sensory characteristics of Minas fresh cheese made with goat milk, cow milk, or a mixture of both. **Journal of Dairy Science**. v.96, n.12, p. 7442-7453, 2013.

SANTOS, Grazielle Gebrim. Sorvete: Processamento, tecnologia e substitutos de sacarose. **Ensaio e Ciência Ciências Biológicas Agrárias e da Saúde** v.13,n.2, 2009.

SANTOS, G.G.; SILVA, M. R. **Mangaba (*Hancornia speciosa Gomez*) ice cream prepared with fat replacers and sugar substitutes**. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v. 32, n.3, p.621-628, 2012.

SANTOS, M., A. RODRIGUES, J. A. TEIXEIRA. Production of dextran and fructose from carob pod extract and cheese whey by *Leuconostoc mesenteroides* NRRL B512(f). **Biochemical Engineering Journal**. v.25, p.1–6, 2005.

SEBRAE/PE. **Indústria de Sorvete**. Recife: Ed Sebrae, 2000.p.7.

SEGURA-CAMPOS, M. R.; CIAU-SOLÍS, N.; ROSADO-RUBIO, G.; CHEL-GUERRERO, L.; BETANCUR-ANCONA, D. Chemical and Functional Properties of Chia Seed (*Salvia hispanica L.*) Gum. **International Journal of Food Science**, 2014 a.

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

SEMILLAS DE CHIA, USOS Y BENEFICIOS (2015). Disponível em:<<http://www.cocinillas.es/2014/05/semillas-de-chia-usos-y-beneficios/>>. Acesso em 12/02/2015.

SILVA, P. H. F. L. Aspectos de Composição e Propriedades. Química Nova na Escola. **Leite**. n. 6, 1997.

SILVA, Aline de Oliveira. **Elaboração de sorvete e iogurte de leite de cabra com frutos do semiárido**. 2013. 102 f. Dissertação (Pós- Graduação em Engenharia Agrícola). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal da de Campina Grande. Campina Grande, 2013.

SILVA, Amanda Chagas. **Avaliação físico-química do leite de cabra cru proveniente de mini-usinas da região do cariri paraibano**. 2011. 49 f. Monografia (Centro de Saúde e Tecnologia Rural), Universidade Federal de Campina Grande. Patos, 2011.

SILVA, B. C.; MALLETT, A.; BRUGNERA, D. F.; COELHO, C. C. G. M.; PICCOLI, R. H. Comportamento dos principais patógeno da mastite bovina nas estações do ano. **Revista Higiene Alimentar**.v. 21, n. 150, p. 241, 2007.

SILVA, A. S. S. Propriedades tecnológicas e sensoriais de pães confeccionados com diferentes quantidades de yacon. In: SILVA, A. S. S. **A raiz da yacon (*Smallanthus sonchifollius Poepping e Endlicher*) como fonte de fibras alimentares, sua caracterização físico-química, uso na panificação e sua influência na glicemia pós-prandial**. 2007. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos)– Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2007.

SILVA, A. S. S.; HAAS, P.; SARTORI, N. T.; ANTON, A. A.; FRANCISCO, A. Frutooligossacarídeos: fibras alimentares ativas. **Boletim do Ceppa**. v.25, n.2, p. 295-304, 2007.

SOLER, M. P.; VEIGA, P. G. **Especial Sorvetes**. 1 ed. Ital, Campinas-SP, 2001.

SOUSA, Grasielle Leal. **Desenvolvimento de sorvete simbiótico de graviola (*Annona muricata L.*) com teor de gordura e avaliação da resistência gastrointestinal dos probióticos in vitro**. 2013. 154 f. Tese (Programa de Pós

Graduação em Tecnologia Bioquímica- Farmacêutica), Faculdade de Ciências Farmaceutica. Universidade de São Paulo.

SOUZA, J. C. B.; COSTA, M. R.; DE RENSIS, C. M. V. B.; SIVIERI, K. Sorvete: composição, processamento e viabilidade da adição de probiótico. **Revista Alimentos e Nutrição**. v.21, n.1,p.155-165, 2010.

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.

STATSOFT, Inc. Statistica: data analysis software system, version 8.0, 2004.

SU, F. **Comportamento Estrutural de Formulação de Gelado Comestível com Variações da Base Gordurosa**. 2012. 114 f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Tecnologia Bíoquimico-Farmaceutica- Área de Tecnologia de alimentos). Universidade de São Paulo. São Paulo –SP, 2012.

SULTANA, C.; IN: KARLESKIND, A., WOLFF, J.P. (Eds.), **Oleaginous flax in Oils and fats**. Lavoisier Publishing, Paris, France, 1996. p. 157–160.

THARPS, Bruce. **Estrutura do Sorvete**. Sorvetes e Casquinhas. Disponível em:< http://www.insumos.com.br/sorvetes_e_casquinhas/materias/146.pdf >. Acesso em 12/04/2015.

TOSCO, Giovanni. **Os benefícios da chia em humanos e animais**. 2004. Disponível em: < <http://www.ao.com.br/download/tosco.pdf>>. Acesso em 28/03/2015.

TOUS, J.; BATTLE, I.; **El algarrobo**. Ed Mundi-Prensa, Madrid, Spain, 1990.

TROWELL, H. C.; SOUTHGATE, D. A. T.; WOLEVER, T. M. S.; LEEDS, A. R.; GASSULL, M. A.; JENKINS, D. J. A. Dietary fibre redefined. **The Lancet**. v. 307, n. 1, p. 7966. 1976.

UTPOTT, M. **Utilização da Mucilagem da Chia (*Salvia hispânica L.*) na Substituição de Gordura e/ou Gema de Ovo em Maionese**. 2012. 50 f. Monografia (Curso de Engenharia de Alimentos. Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre- RS, 2012.

YOUSIF, A. K.; ALGHZAWI, H. M. Processing and characterization of carob powder. **Food Chemistry**. v.69, p.283-287,1999.

VASUNDHARA GUMS AND CHEMICALS. **Manufacturer and Exporter of Gums and Minerals**. Disponível em:< <http://vasugum.com/>>. Acesso em: 25/04/2015.

VARGAS, M.; CHÁFER, M.; ALBORS, A.; CHIRALT, A.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. Physicochemical and sensory characteristics of yogurt produced from mixtures of cow's and goat's milk. **International Dairy Journal**. v.18, p. 1142-1152, 2008.

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

WATER STRUCTURE AND SCIENCE. Disponível em:< <http://www1.lsbu.ac.uk/water/>>. Acesso em: 15/04/2015.

WANDERLEY, M. A.; LIMA, P. M.; SOARES, L. S.; COSTA, A. M. G.; BONOMO, R. C. F.; CARNEIRO, J. C. S.; LEAL, C. S.; VELOSO, C. M.; BONOMO, P.; FONTAN, R. C. I. Effect of the Goat milk in Sensory Quality and Processing Time of Doce de Leite. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**. v. 4, n.5, p. 315-318, 2005.

WINDSOR, J. B.; SYMONDS, V. V.; MENDENHALL, J. LLOYD, A. M. Arabidopsis seed coat development: morphological differentiation of the outer integument. **The Plant Journal**. v. 22, n. 6, p. 483-493, 2000.

ZOHARY, M. Wild genetic resources of crops in Israel. **Israel J. Bot.** v.32, p. 97–127, 1973.