



Universidade Federal
de Campina Grande

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM SISTEMAS
AGROINDUSTRIAIS

WELLITA AZEVEDO SILVA

ELABORAÇÃO DE SORVETES COM REDUÇÃO DE GORDURA À BASE DE
SORO DE LEITE

POMBAL– PB
2016

WELLITA AZEVEDO SILVA

**ELABORAÇÃO DE SORVETES COM REDUÇÃO DE GORDURA À BASE DE
SORO DE LEITE**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências legais como requisito para a obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais.

Linha de Pesquisa: Produção e Tecnologia Agroindustrial.

Orientador: Prof. DSc. Luiz Gualberto de Andrade Sobrinho

POMBAL-PB

2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

S586e

Silva, Wellita Azevedo.

Elaboração de sorvetes com redução de gordura à base de soro de leite /
Wellita Azevedo Silva. – Pombal, 2017.
54 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade
Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia
Agroalimentar, 2016.

"Orientação: Prof. Dr. Luiz Gualberto Andrade Sobrinho".
Referências.

1. Tecnologia Agrícola. 2. Sorvetes – Redução de Gordura. 3. Sorvete
(Produto Alimentício). I. Andrade Sobrinho, Luiz Gualberto. II. Título.

CDU 631.17 (043)

WELLITA AZEVEDO SILVA

**ELABORAÇÃO DE SORVETES COM REDUÇÃO DE GORDURA À BASE DE
SORO DE LEITE**

Dissertação apresentado e aprovado em ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

**Prof. DSc. Luiz Gualberto de Andrade Sobrinho
UFCG- Campus Pombal
Professor (a) Orientador (a)**

**Prof. DSc. Roberlúcia de Araújo Candeia
UFCG- Campus Pombal
Examinadora Interna**

**Prof. DSc. Máira Felinto Lopes
Examinador Externa**

POMBAL-PB

2016

Aos meus pais, Eliete e Willame.

Ao meu marido Cláudio.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, e pelas bênçãos sem fim.

Aos meus pais, Eliete e Willame por me apoiarem em todos os momentos, por serem minha base. A eles todo meu amor e admiração.

Ao meu marido Cláudio pelo apoio, amor, carinho e por ter sempre me incentivado a prosseguir. Por estar ao meu lado em todos os momentos, pelas inúmeras vezes que não me deixou desistir, por sempre me mostrar que eu sou capaz de continuar, obrigada por estar presente nesta etapa de minha vida.

Ao Professor Dr. Luiz Gualberto, pela orientação. Sempre compreensiva.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência de Tecnologia da Paraíba- Campus Sousa, pela concessão de sua infraestrutura para a realização da pesquisa.

Aos amigos Glauco, Edilene e George, por sempre estarem presentes quando mais precisei.

As melhores amigas Raira, Lumara e Juliane por acreditarem em mim, sempre me incentivando com palavras de otimismo.

Aos amigos e colegas de trabalho Viviane, Ana Luiza e João Ferreira pelo apoio e incentivo.

A coordenação do programa do Mestrado em Sistemas Agroindustriais na pessoa de Normando, por sempre estar disposto a nos atender da melhor maneira possível, meu sincero agradecimento.

A minha avó Ivonete pelo amor e apoio mesmo estando distante.

Aos familiares que sempre me apoiaram e me deram força.

RESUMO

O sorvete é produto alimentício muito apreciado pelos consumidores em todo o mundo, entretanto apresenta em sua composição convencional, elevado teor de gorduras, o que tem despertado o mercador produtor para a necessidade de desenvolver produtos *light* ou *diets*. Sendo assim, o estudo objetivou desenvolver formulações de sorvete com substituição parcial da gordura proveniente do soro de leite em pó. Realizaram-se as análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de cinco formulações de sorvete com redução de gordura denominadas de F0, F1, F2, F3 e F4. A formulação F0, foi considerada como referência, formula padrão, em virtude de ter apresentado redução de gordura, enquanto as demais amostras com presença de concentrações distintas de soro de leite em pó nas formulações apresentaram redução de gordura. Os resultados das análises microbiológicas, correspondente as formulações desenvolvidas obedeceram aos limites permitidos pela legislação vigente. No que concerne aos parâmetros físico-químicos, foi observado que as amostras em questão diferiram significativamente entre si, numa variação de 61,18 a 62,93% para a umidade. Já os valores de cinzas, proteínas e acidez titulável das amostras não diferiram entre si. Para os lipídeos, as amostras diferiram entre si, variando de 2,51 a 7,43%, conforme já esperado tendo em vista a redução da gordura. O sorvete com teor reduzido de gordura e substituição por soro apresentou como uma interessante proposta para o mercado de laticínios, pois apresenta características sensoriais agradáveis.

Palavras-chave: Gelados comestíveis, substituto de gordura, análise sensorial, caracterização físico-química.

ABSTRACT

Ice cream is a food product widely appreciated by consumers all around the world. However, in its conventional composition, it has high fat content, what has awakened the producer merchant to the need of developing light products or diets. Thus, the study aimed to develop ice cream formulations with partial substitution of fat from whey powder. The physico-chemical, microbiological and sensorial analyzes of five fat reduction ice cream formulations named F0, F1, F2, F3 and F4 were carried out. The formulation F0 was considered a reference, standard formula, because it presented fat reduction, while the other samples with different concentrations of whey powder in the formulations presented fat reduction. The results of the microbiological analyzes, corresponding to the developed formulations, obeyed the limits allowed by the current legislation. Regarding the physical-chemical parameters, it was observed that the samples in question differed significantly among themselves, in a range from 61.18 to 62.93% for moisture. However, the values of ash, proteins and titratable acidity of the samples did not differ. For the lipids, the samples differed from one another, varying from 2.51 to 7.43%, as already expected in view of fat reduction. The reduced-fat and serum-substituted ice cream presented as an interesting proposal for the dairy market, since it has pleasant sensory characteristics.

Key words: Edible ice cream, fat substitute, sensorial analysis, physicochemical characterization.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Ingredientes empregados na elaboração dos sorvetes e suas respectivas proporções	25
Tabela 2. Análises microbiológicas Sorvete F0 (Formulação convencional) e dos Sorvetes desenvolvidos.....	33
Tabela 3. Média e desvio-padrão dos atributos sensoriais do Sorvete F0 (Formulação convencional) e dos Sorvetes desenvolvidos.....	34
Tabela 4. Análises físico-químicas sensoriais do Sorvete F0 (Formulação convencional) e dos Sorvetes desenvolvidos.....	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação da microestrutura do sorvete.....	17
Figura 2. Fluxograma das etapas de processamento do sorvete	27
Figura 3. Registro fotográfico dos sorvetes elaborados	27
Figura 4. Derretimento dos sorvetes F0 (Formulação padrão), e F1, F2, F3 e F4 (Formulações com redução de gordura e substituição por soro de leite em pó)	32

LISTA DE ABREVIATURAS

ABIS – Associação Brasileira das Indústrias de Sorvete

FDA – Food and Drug Administration

GRAS– Generally Recognized as Safe

IFPB – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

NMP– Número Mais Provável

UHT – Ultra High Temperature

pH – Potencial Hidrogeniônico

RDC– Resolução da Diretoria Colegiada

SNGL – Sólidos não gordurosos do leite

UFC – Unidades Formadoras de Colônias

UFCG– Universidade Federal de Campina Grande

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivo Geral	12
2.2 Objetivos Específicos	12
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1 Sorvete: Definição	13
3.1.2 Características	13
3.1.3 Estrutura e Qualidade	16
3.2 Consumo de Sorvete no Brasil	19
3.3 Sorvetes elaborados com substitutos de gordura a partir das proteínas.....	19
3.4 O soro de leite	21
3.4.1 As proteínas do soro de leite.....	21
3.5 Substitutos de gordura a partir do soro de leite	23
4. METODOLOGIA	24
4.1 Análise de Composição Centesimal	28
4.2 Análise Física – Teste de derretimento	29
4.3 Avaliações Microbiológicas.....	29
4.4 Avaliação Sensorial.....	30
4.5 Tratamento Estatístico dos dados	30
5.RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1 Análise Física – Teste de Derretimento	31
5.2 Análises Microbiológicas	32
5.3 Avaliação Sensorial.....	34
5.4 Composição Físico-Química.....	35
5.4.1 Análises físico-químicas.....	35
6.CONCLUSÃO	39
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
APÊNDICES	51

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, os consumidores estão mais atentos ao consumo de produtos mais saudáveis. Conseqüentemente, um dos desafios atuais das indústrias de alimentos consiste em elaborar produtos com menor teor de gordura, a qual deve ser substituída por fontes nutritivas que confirmam a mesma qualidade do produto original. Sendo assim o desenvolvimento de produtos agroalimentares tradicionais e diferenciados vem apresentando elevado interesse para a comercialização.

Para a elaboração de sorvete com redução de gordura, encontram-se disponíveis no mercado alguns ingredientes que podem ser utilizados como substituintes de gordura, a exemplo dos compostos derivados de carboidratos (amido, maltodextrina e polidextrose), de proteínas (isolados proteicos de soja, proteínas micropartícula das derivadas do soro de leite e concentrado proteico de soro de leite). Este destaca por possuir proteínas de alto valor biológico, e por suas propriedades tecnológicas emulsificantes e estabilizantes que permitem a melhoria da textura e aumento da estabilidade de espuma do produto (SILVA, 2012).

O soro de leite é um importante subproduto da indústria alimentícia, em virtude de possuir valor nutricional elevado, por apresentarem alta digestibilidade e todos os aminoácidos essenciais. O soro de leite possui diversas vitaminas hidrossolúveis e sais minerais (FONTES, 2007). Além disso, a utilização deste ingrediente está associada ao seu aproveitamento, cujo descarte de forma inadequada pelas indústrias pode ocasionar sérios problemas ambientais (SILVA, 2012).

Dessa forma, a redução de gordura e o uso do soro de leite são inovações que oferecem a possibilidade de melhorias nos aspectos relacionados à saúde, satisfação do consumidor, redução do impacto ambiental, além de agregar valor a um subproduto da indústria de laticínios.

Diante do exposto, o presente estudo busca desenvolver formulações de sorvete de morango com substituição parcial da gordura adicionada por soro de leite em pó.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver formulações de sorvete, sabor morango, com teor reduzido de gordura, utilizando parcialmente o soro de leite em pó.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar formulações de sorvete, sabor morango, reduzindo a gordura vegetal e em função da adição de soro de leite em pó;
- Analisar as formulações quanto aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos;
- Analisar os aspectos organolépticos, através da análise sensorial entre as formulações de sorvetes elaboradas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 SORVETE: DEFINIÇÃO

Gelados comestíveis são produtos alimentícios obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas, com ou sem a adição de outros ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante o armazenamento, o transporte, a comercialização e a entrega ao consumo (BRASIL, 2003).

Dentre os gelados comestíveis, encontra-se o sorvete, que segundo Pereda (2005), é definido como um preparo alimentício levado a estado sólido, semi-sólido ou pastoso por congelamento simultâneo ou posterior à mistura das matérias-primas, e que deve manter o grau de plasticidade e de congelamento suficiente até o momento de sua venda ao consumidor.

3.1.2 Características

O sorvete é considerado uma mistura complexa. Do ponto de vista físico-químico, é estruturalmente uma espuma, na qual bolhas de ar estão cobertas por cristais de gelo, glóbulos de gordura individualizados ou parcialmente fundidos e cristais de lactose. A estrutura dos glóbulos parcialmente fundidos e sua união às bolhas de ar dão ao sorvete firmeza residual depois da fusão dos cristais de gelo (CLARKE, 2004). A estrutura física do sorvete é composto por 50% de bolhas de ar, 25% de cristais de gelo, 5% de glóbulos de gordura e o restante de 20% de matriz composta de açúcares, proteínas e estabilizantes (GOFF, 1997).

Nutricionalmente, o sorvete é rico em proteínas, açúcares, gordura, vitaminas A, B₁, B₂, B₆, C, D e K, cálcio, fósforo e outros minerais essenciais em uma nutrição balanceada (OLIVEIRA, 2005).

O processo de fabricação consiste na elaboração de uma emulsão estabilizada, iniciando com a mistura dos ingredientes, que originam um produto

denominado calda, que é pasteurizada, maturada e, posteriormente, congelada. No processo de congelamento, além da retirada rápida de calor, é feita uma agitação da calda, para incorporação de ar, para que se obtenha um produto macio, cremoso e agradável ao paladar (MARSHAL; GOFF; HARTEL, 2003; OLIVEIRA, 2005).

Várias etapas da fabricação contribuem para o desenvolvimento da estrutura do sorvete, incluindo pasteurização, homogenização, maturação, congelamento e armazenamento (GOFF, 1997).

Basicamente, os ingredientes do sorvete com baixo teor de gordura são:

- **Água**

A água presente no sorvete é um dos ingredientes de base para sua elaboração. É fundamental que a água utilizada seja incolor, inodora e insípida, devendo estar livre de contaminação de microrganismos, principalmente coliformes e estreptococos, e ter ausência total de germes patogênicos (GIORDANI, 2006).

- **Leite em pó desnatado**

O leite em pó é um produto lácteo obtido por desidratação do leite de vaca integral, desnatado ou parcialmente desnatado e apto para a alimentação humana, mediante processos tecnologicamente adequados. O leite em pó desnatado é classificado por conteúdo de matéria gorda, menor que 1,5% (BRASIL, 1996).

- **Sólidos não gordurosos do leite (SNGL)**

Segundo Boff (2012), são os sólidos totais provenientes do leite, exceto as gorduras. São tradicionalmente fornecidos pelo leite, leite condensado ou leite em pó, e são responsáveis por tornar o sorvete mais compacto e suave, impedindo que se forme uma textura grossa.

- **Estabilizantes e Emulsificantes**

Os estabilizantes são definidos conforme a Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997 do Ministério da Saúde, como substâncias que tornam possível a manutenção de uma dispersão uniforme de duas ou mais substâncias imiscíveis em

um alimento favorecendo e mantendo as características físicas das emulsões e suspensões (BRASIL, 2007). Em produtos comestíveis gelados, tipo sorvete, fazem com que o produto final adquira maior resistência ao derretimento e boa firmeza, pois apresenta grande afinidade com a água, assegurando que soluções bastante diluídas permaneçam viscosas (SANTOS, 2009). Os emulsificantes são compostos químicos responsáveis por reduzir a tensão superficial, estabilizando assim as fases com água e gordura e entre água e ar (BOFF, 2012).

- **Gordura e seus substitutos**

A quantidade de gordura na formulação do sorvete é o primeiro item a ser definido e, de acordo com o teor de gordura, os demais ingredientes são definidos posteriormente com base na proporção em que se ligam à gordura (LUSTOSA, 2000; MIKILITA, 2002). É necessário determinar a concentração de gordura adequada, afim de que se consiga um balanceamento correto da mistura e atender aos padrões legais vigentes (SOLER; VEIGA, 2001).

A gordura contribui para a estrutura do sorvete durante o congelamento e aeração formando uma rede tridimensional parcialmente coalescida de glóbulos homogêneos que, junto com as bolhas de ar e cristais de gelo é responsável pela cremosidade, resistência ao derretimento, sabor, lubrificação, bem como sendo importante para a estabilidade das bolhas de ar (SABATINI et al., 2011; VARELA; PINTOR; FISZMAN, 2014).

Segundo Montan (2003), a inulina também é um substituto da gordura, e suas propriedades nutricionais permitem declarar suas propriedades saudáveis. Sua alta solubilidade permite sua utilização em doses mais elevadas, por exemplo, em leites, bebidas lácteas, produtos lácteos fermentados, e pastas para untar. É um produto que não precipita e nem cristaliza, além de não transmitir a sensação de areosidade no paladar, típica de fibras insolúveis.

A utilização da inulina como substituto de gordura está baseada em sua propriedade de formar cremes quando é incorporada à água ou em sistemas alimentícios com conteúdo de água, misturada sob alta agitação e temperaturas específicas para cada caso. Atua sinergicamente com a maioria dos agentes espessantes. A força do gel que é obtido combinando a inulina com um segundo

agente estabilizante é geralmente superior à soma das forças do gel dos componentes em separado (MONTAN, 2003).

- **Aromatizantes**

Segundo Giordani (2006), o termo aroma é utilizado para simbolizar os produtos que servem pelas suas propriedades de darem cor, sabor e aromatizarem os sorvetes, já que na maioria das vezes são apresentados com essas três funções em um só produto, seja ele oferecido em pó, em líquido ou em forma de gel. Eles podem ser classificados em dois grupos: naturais, que são extraídos diretamente de frutas buscando sintetizar os extratos secos dos mesmos, e artificiais, também chamados de sintéticos artificiais, sendo obtidos por sintetização, por junção, ou ainda por composições químicas de vários agentes encontrados na natureza.

Para a formulação deve-se definir a quantidade dos ingredientes e os requisitos de composição relacionados à qualidade, a mistura estará pronta para o processamento, representando um sistema coloidal, em que algumas substâncias ocorrem em solução e outras em suspensões coloidais, além dos glóbulos de gordura em emulsão. Algumas características a serem consideradas são: custo, propriedades de manipulação, como viscosidade, ponto de congelamento, taxa de aeração, sabor, corpo, textura, valor nutritivo, cor e palatabilidade (MARSHAL; GOFF; HARTEL, 2003; OLIVEIRA, 2005).

3.1.3 Estrutura e Qualidade

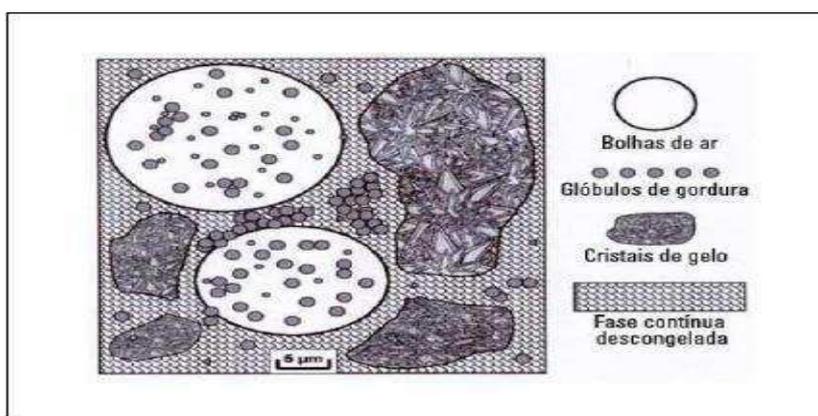
A percepção do sabor e da textura do sorvete sentido pelo consumidor está baseada na estrutura desse alimento, considerada como um dos seus principais atributos (GOFF, 1997).

O sorvete é uma mistura heterogênea, ao mesmo tempo emulsão, gel, suspensão e espuma, cuja coesão é mantida graças ao congelamento. Estruturalmente, trata-se de uma espuma na qual as bolhas de ar estão cobertas por cristais de gelo, glóbulos de gordura individualizados ou parcialmente fundidos

(grânulos gordurosos) e cristais de lactose. A estrutura dos glóbulos parcialmente fundidos e sua união às bolhas de ar dão ao sorvete firmeza residual depois da fusão dos cristais de gelo; isso é importante para a mastigação (ORDÓÑEZ, 2005).

A Figura 1 contém a representação da microestrutura do sorvete que mostra a presença dos quatro principais elementos de sua estrutura: bolhas de ar, glóbulos de gordura, cristais de gelo e matriz não congelada.

Figura 1. Representação da microestrutura do sorvete



Fonte: Adaptado de THARP, 2012

As etapas de produção como a homogeneização, pasteurização, maturação e congelamento são essenciais para a formação dessa estrutura (GOFF, 1997; GRANGER et al., 2004). A composição do sorvete interfere nas suas características físicas, e diretamente influencia no processo, promovendo o estado de agregação dos glóbulos de gordura, a quantidade de ar incorporada, o tamanho das bolhas de ar, viscosidade da fase aquosa, tamanho e estado de agregação dos cristais de gelo (SILVA JUNIOR, 2008).

A incorporação de ar à mistura base ocorre no interior de equipamentos denominados produtoras, que podem ser contínuas ou descontínuas. Nas produtoras contínuas, o ar é injetado por um sistema de filtros e compressores, enquanto que na descontínua o sistema de incorporação se processa, exclusivamente, pela agitação constante a que a mistura é submetida (PEREIRA et al., 2011). A incorporação de ar na massa durante o batimento é conhecida como *overrun*, e é considerada como indicador de rendimento da produção, e se apresenta sob o formato de pequenas bolhas, que ficam envolvidas pelos glóbulos de gordura incorporando leveza ao produto.

O desenvolvimento da estrutura dos glóbulos de gordura no sorvete é responsável por muitas propriedades desejáveis, incluindo a formação de *flavor* característico, desenvolvimento de uma textura suave, melhoria no corpo do produto e resistência ao derretimento (PEREIRA et al., 2011).

A matriz do sorvete é uma fase constituída de açúcares, estabilizantes, sais minerais e proteínas que estão dissolvidos ou dispersos na fração de água que não foi congelada. Desta forma, à medida que a temperatura decresce, esses produtos tornam-se mais concentrados provocando inúmeras mudanças físicas e químicas na matriz não congelada (PEREIRA et al., 2011; CLARKE, 2004).

Segundo Ordóñez (2005), as principais funções exercidas pelos componentes empregados na fabricação do sorvete são as seguintes:

- A gordura confere cremosidade e proporciona textura suave, dando “corpo” ao sorvete, mediante as estruturas de grânulos de gordura.
- O extrato seco desengordurado, constituído fundamentalmente de proteínas, é necessário para a palatabilidade, visto que a intensidade e o tempo de permanência do sabor na boca estão relacionados com o conteúdo de sólidos da mistura; é importante também para baixar o ponto de congelamento e aumentar a viscosidade do líquido restante. Além disso, a proteína cobre a superfície dos glóbulos e as bolhas de ar, estabilizando a espuma.
- Os açúcares proporcionam o sabor “doce” ao sorvete, fixam os compostos aromáticos e freiam sua volatilização, tornando a sensação de sabor mais duradoura. Contribuem também para o aumento da viscosidade e para diminuir o ponto de congelamento.
- Os estabilizantes servem como elo de união de todos os elementos devido ao aumento de volume que experimentam após sua hidratação. Quando usados em proporção exagerada, podem causar sabor amargo. Formam-se pela integração de agentes emulsificantes e espessantes, tanto naturais (carragenatos e gomas) como artificiais (carboximetil celulose).
- Os cristais de gelo são indispensáveis para dar consistência e sensação de frescor; porém, não devem ser grandes demais, para evitar a sensação de arenosidade na boca.
- As bolhas de ar possuem três funções especiais:
 - Tornar mais leve o sorvete que, sem ar, seria muito difícil de digerir.

- Proporcionam-lhe maciez e tornam o produto deformável à mastigação.
- Atuam como isolante do frio intenso; sem ar, seria impossível consumir o sorvete.
- Os aromas, corantes e acidulantes são adicionados para realçar o sabor e a cor, dando ao produto aspecto desejado. Todos eles podem ser naturais ou artificiais. Os acidulantes contribuem ainda para a sensação de frescor na boca, ao baixar o pH da mistura.

3.2 CONSUMO DE SORVETE NO BRASIL

O sorvete é bastante aceito tanto por parte do público infantil, infanto-juvenil e adulto como do público da terceira idade (SAAD; CRUZ; FARIA, 2011). O consumo de sorvete, no Brasil, tem aumentado constantemente, nos últimos anos, passando de 685 milhões de litros, em 2003, para 1.305 litros, em 2014.

O consumo per capita também vem aumentando com o decorrer dos anos, com aumento de 67,88% de 2003 a 2014.

Este crescimento está relacionado à variedade de produtos no mercado, como por exemplo, a opção de sorvete com incorporação de ingredientes funcionais que tem como público alvo principalmente aqueles indivíduos que se preocupam com a relação entre saúde e dieta (LAMOUNIER, 2012).

3.3 SORVETES ELABORADOS COM SUBSTITUTOS DE GORDURA A PARTIR DAS PROTEÍNAS

Quando em altas concentrações (acima de 10%), as proteínas de soro de leite possuem propriedades funcionais para serem utilizadas como substitutos de gordura. Estes concentrados proteicos são considerados GRAS (Generally Recognized as Safe) pela FDA (Food and Drug Administration) e são utilizados na maioria dos substitutos baseados em proteínas. Misturas de proteínas de clara de ovo e leite com outros produtos, como açúcares, pectina e ácidos, são utilizadas comercialmente para produção de substitutos de gordura mais complexos e completos (SUBSTITUTOS 2015).

Substitutos de gordura baseados em proteínas podem ser utilizados em formulações de sobremesas, iogurtes, queijos, sorvetes, maioneses, margarinas e molhos (SUBSTITUTOS 2015).

Silva e Bolini (2006) estudaram a avaliação sensorial de sorvete formulado com produto de soro ácido de leite bovino, níveis de substituição do leite em pó desnatado por produto de soro ácido em pó escolhidos com extremos de substituição total e nenhuma. Os valores intermediários (80, 60, 30%) foram indicados de forma a maximizar o percentual utilizado de soro verificando a aprovação dos provadores. Observou-se que o aumento do percentual de substituição do leite em pó desnatado por soro ácido de leite acarreta a diminuição de proteínas e o aumento do percentual de gordura, de cinzas e de lactose.

Silva (2004) estudou a substituição do leite em pó desnatado (10,09%) de uma formulação padrão de sorvete, sabor baunilha, por soro de leite ácido em quatro diferentes níveis de substituição (100, 80, 60 e 30%). Os sorvetes foram analisados sensorialmente e o sorvete elaborado com 30% de substituição de leite em pó desnatado por soro de leite ácido foi o mais aceito sensorialmente.

Rodrigues et al (2006), estudaram a elaboração de sorvete sabor chocolate com teor de gordura reduzido utilizando soro de leite em pó. O substituto de gordura e o soro de leite em pó substituíram o creme de leite e o leite em pó em três níveis (0%, 50% e 100%) O sorvete formulado com 100% de substituição de gordura e 50% de soro de leite em pó, apresentou redução de 30,43% no teor de gordura e obteve o índice de aceitação de 88,4%.

Alvarez et al. (2005) testaram as propriedades físicas dos sorvetes elaborados com concentrados protéicos de leite, através de análises comparativas entre formulações de sorvetes elaborados com 20 e 50% do teor de proteína substituído por concentrados protéicos de leite e uma formulação controle. As formulações continham 12% de gordura, 11% de SLNG, 15% de açúcar e 0,3% de estabilizante/emulsificante. O concentrado protéico de leite não ofereceu modificações significativas de propriedades físicas nos sorvetes, sendo uma fonte de SLGN, principalmente em sorvetes com reduzido teor de lactose ou gordura.

3.4 O SORO DE LEITE

O soro de leite é um produto resultante da precipitação de gorduras e caseína do leite durante a fabricação de queijos. Este produto representa de 85 a 90% do volume de leite e retém 55% de seus nutrientes, dentre eles a lactose (4 a 5%) e proteínas (0,6 a 0,7%). O soro de leite pode representar um importante problema ambiental, com uma demanda bioquímica de oxigênio de 30.000 a 50.000 mg/L, caso seja destinado diretamente em rios ou esgotos públicos, o que atualmente não é permitido (ALMEIDA, BONASSI, ROÇA, 2001). Deste modo, considerando o cenário preocupante em relação à preservação do meio ambiente, as indústrias têm buscado alternativas para o seu aproveitamento, de forma a evitar o descarte do referido produto (SILVA, 2012).

Os produtos lácteos, como o soro de leite e suas frações, são as fontes preferidas para ingestão de cálcio, devido ao elevado teor deste mineral, como também por sua ótima biodisponibilidade, nos derivados do leite (DE ANGELIS, 1999).

Aproximadamente 50% do soro mundialmente produzido já se encontram industrializados, sob a forma de bebidas fermentadas, sucos, aditivos para panificação, e utilizado na nutrição animal, como complemento para leitões. Uma parcela é desidratada e comercializada como fonte energética e nutritiva sob a forma de pó, pois o mesmo retém aproximadamente 75% dos nutrientes do leite, além de ser responsável por uma parcela que varia entre 80 a 90% de sua composição total (ALMEIDA, BONASSI, ROÇA, 2001).

O soro de leite em pó tornou-se um importante componente de muitos produtos formulados. O aproveitamento deste subproduto deve ser incentivado a fim de que se possa usufruir do seu considerável valor nutricional e, preservar a natureza do impacto ambiental representado pela eliminação do mesmo sem o adequado tratamento (SERPA, 2005), uma vez que pode substituir em até 25% o extrato seco desengordurado do sorvete (MOSQUIM, 1999).

3.4.1 As proteínas do soro de leite

A proteína do leite bovino contém cerca de 80% de caseína e 20% de proteínas do soro, percentual que pode variar em função da raça do gado, da ração fornecida e do país de origem. As proteínas do soro podem exibir diferenças na sua composição de macronutrientes e micronutrientes, dependendo da forma utilizada para sua obtenção (SALZANO JR, 2002).

O componente mais valioso no soro são as proteínas, mas estas se encontram em concentrações reduzidas no soro líquido. Para tanto, tornam-se necessárias algumas etapas de concentração do soro, para que as propriedades funcionais sejam ressaltadas, como por exemplo, solubilidade, emulsificação e formação de espuma (PAGNO et al.,2009).

A recuperação das proteínas do soro de leite além de ser importante por agregar valor (econômico, nutricional e funcional) a esse resíduo da indústria de laticínio, tem o relevante papel de preservar a qualidade do meio ambiente (ANTUNES, 2003).

O soro de leite apresenta altas concentrações de umidade (93,63%) e carboidratos (lactose) (4,50%) e baixas concentrações de proteína (0,87%) e gordura (0,50%). O soro de leite (doce e ácido) apresenta aproximadamente 6,42% de sólidos totais. Os sólidos totais do soro de leite são compostos por 0,87% de proteína; 0,50% de gordura; 4,5% de lactose; 0,50% de cinzas; e 0,05% de ácido lático (SILVA, 2004).

A utilização de soro de leite na formulação de sorvete atende os parâmetros considerados padrões para a elaboração do sorvete (sólidos totais, sólidos lácteos não gordurosos e gordura), componentes presente no soro de leite. Devido à sua boa qualidade nutricional, sua utilização em sorvetes surge como uma interessante alternativa para os laticínios de pequeno e médio porte (CARVALHO, 2012)

Segundo Salzano Jr (2002), 100g de concentrado proteico do soro do leite possui, em média, 414 kcal, 80g de proteína, 7g de gordura e 8g de carboidratos.

As proteínas do soro de leite possuem alto valor nutricional e de aminoácidos essenciais, além de apresentarem alto teor de cálcio e peptídeos bioativos do soro (ANTUNES, 2003).

Uma das particularidades das proteínas do soro é a sua riqueza em aminoácidos que contenham cadeia ramificada (isoleucina, leucina e valina) e enxofre na cadeia lateral (cisteína e metionina), os primeiros são importantes constituintes das proteínas

musculares. A suplementação nutricional com estes tipos de aminoácidos em desportistas previne a degradação proteica e a perda de massa muscular associada ao exercício intenso e de longa duração (SGARBIERI, 2004).

Várias funções ou atividades fisiológicas têm sido descobertas ou atribuídas às proteínas e aos peptídeos secundários do soro (peptídeos bioativos). Estes componentes podem aumentar a proteção passiva contra infecções; modular processos digestivos e metabólicos; e atuar como fatores de crescimento para diferentes tipos de células, tecidos e órgãos (DAVIS, 2004).

As proteínas deixam o sorvete mais compacto e macio, evitando a formação de “corpo frágil” e textura áspera, aumentando a viscosidade e a resistência ao derretimento. Porém, quando a proteína é adicionada em excesso, torna o sorvete salgado, com sabor de leite fervido ou de leite condensado, aumentando o risco de cristalização da lactose durante a estocagem e diminuindo o ponto de congelamento (CARVALHO, 2012).

3.5 SUBSTITUTOS DE GORDURA A PARTIR DO SORO DE LEITE

Os substitutos de gorduras são produtos que “imitam” o sabor, a textura, a aparência, a viscosidade e outras propriedades das gorduras, porém com menor valor energético (CASAROTTI; JORGE, 2010).

Diferentes tipos de substitutos de gordura estão disponíveis no mercado e sua classificação está baseada, principalmente, na natureza química e na origem do produto, juntamente com seu valor energético. Os substitutos de gordura podem ser compostos de carboidratos, proteínas e lipídeos (SIVIERI; OLIVEIRA, 2003).

A substituição de gordura por proteína ou carboidrato altera propriedades físicas e é de particular interesse em sobremesas lácteas congeladas. Em muitos sistemas, o balanço entre gordura e sólidos na fase aquosa ajuda a promover a estabilidade da emulsão durante o processamento da mistura e permite a desestabilização da gordura durante o congelamento de sorvetes. Substituindo a gordura esse balanço é alterado, afetando as propriedades de derretimento e batimento. Entretanto, a proteína do soro, em particular, desempenha um papel importante na estabilidade da emulsão e tem funcionalidade semelhante aos

emulsificantes tradicionais, tornando-a uma alternativa de substituição da gordura (SCHMIDT et al., 1993).

A utilização do soro de leite na formulação do sorvete é uma forma de agregar valor ao resíduo normalmente descartado em muitas indústrias de laticínios e pode resultar na diminuição do seu conteúdo de gordura (RODRIGUES, et al., 2006).

Carvalho (2012) verificou que é possível obter formulações de sorvete de massa, com porcentagens de 25, 50, 75 e 100% de substituição do leite UHT integral por soro de leite doce, resultando formulações consistentes em comparação com a formulação utilizando somente o leite.

Na fabricação de sorvetes sem adição ou com redução do teor de gordura, as proteínas quando adicionadas como substitutos de gordura são capazes de favorecer a textura e realçar o *flavour* (SANTOS, 2008).

Para atender a expectativa de pessoas que procuram nos produtos de baixa caloria a mesma qualidade obtida nos produtos convencionais, como sabor e textura adequados, ausência de colesterol e baixo teor de gordura, instituições públicas e privadas tem se dedicado a crescentes esforços de pesquisa, para o desenvolvimento de melhores ingredientes e métodos de produção de substitutos de gordura (CÂNDIDO; CAMPOS, 1995).

As indústrias produtoras de sorvete têm investido na utilização de sólidos do soro de leite como substituto de parte dos sólidos gordurosos do leite. Nesse sentido, pesquisas ao longo dos anos demonstraram que o soro de leite possui entre outras propriedades a capacidade de substituir a gordura sem grandes alterações das características físicas do sorvete (GOFF, 2002).

Existem vários estudos sendo realizados com sorvetes com teor de gordura reduzido no Brasil. BOFF et al. 2013, estudaram o desenvolvimento de sorvete de chocolate utilizando fibra de casca de laranja como substituto de gordura. GOMES (2015) estudou o uso de inulina e edulcorantes como substitutos de gordura e açúcar em sorvetes.

4. METODOLOGIA

Os sorvetes foram desenvolvidos no Laboratório de Processamento de Leite e Derivados do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-Campus Sousa. As análises de composição centesimal, características

microbiológicas e sensoriais foram realizadas nos respectivos laboratórios pertencentes à Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos do Instituto supracitado, a saber Análise Físico-química de Alimentos, Análise Microbiológica de Alimentos e de Análise Sensorial de Alimentos. .

Os ingredientes para a elaboração dos sorvetes foram adquiridos no comércio local de Sousa- PB, enquanto que, o soro de leite em pó foi adquirido na Indústria e Comércio de Sorvetes Flor de Lis, localizada no Distrito Industrial na cidade de Sousa - PB.

Na elaboração dos sorvetes foram utilizados gordura vegetal, liga neutra, emulsificante, essência de morango, leite em pó e soro de leite em pó desmineralizado. Foram preparadas cinco formulações denominadas de F0, F1, F2, F3 e F4, e em três repetições cada.

A formulação F0 foi elaborada com leite fluido integral, gordura vegetal e leite em pó integral sem a adição de substitutos de gordura, para a obtenção de um padrão a ser comparado às demais formulações com redução de gordura e adição de soro de leite em pó como substituto de gordura. As demais formulações foram elaboradas com leite integral, porém foi reduzida a gordura vegetal e ocorreu a substituição do leite por soro de leite em pó. Todas as proporções estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Ingredientes empregados na elaboração dos sorvetes e suas respectivas proporções

Ingredientes	Formulações				
	F0	F1	F2	F3	F4
Leite	1 L	1 L	1 L	1 L	1 L
Açúcar	250 g	250 g	250 g	250 g	250 g
Liga neutra	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g
Emulsificante	50 g	50 g	50 g	50 g	50 g
Leite em pó	40 g	-	10 g	20 g	30 g
Gordura Vegetal	50 g	-	12,5 g	25 g	37,5 g
Essência	20 g	20 g	20 g	20 g	20 g
Soro de Leite em Pó	-	40 g	30 g	20 g	10 g

Todas as formulações da mistura base dos sorvetes passaram pelas mesmas condições de processamento. A princípio o leite foi filtrado, adicionado açúcar, e logo após, pasteurizado e submetido ao resfriamento. Adicionou-se o restante dos ingredientes de cada formulação, exceto o emulsificante.

Com o auxílio de um liquidificador industrial, adicionou-se aos ingredientes o leite com constante agitação. Os sorvetes obtidos de cada formulação passaram para o primeiro congelamento a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, onde permaneceu por cerca de 5 horas, até a formação dos primeiros cristais de gelo.

Posteriormente, realizou-se o primeiro batimento e adição do emulsificante, e foi levado para o segundo congelamento por mais 5 horas, até que se formaram os cristais de gelo novamente, onde foi realizado o segundo batimento até a aeração da massa. Ao final a massa foi embalada em potes plásticos de polipropileno e armazenada em câmara fria até -18°C até a realização das análises.

A Figura 2 apresenta a seguir as etapas de elaboração das amostras de sorvete que foram desenvolvidas nessa pesquisa.

Figura 2. Fluxograma das etapas de processamento do sorvete

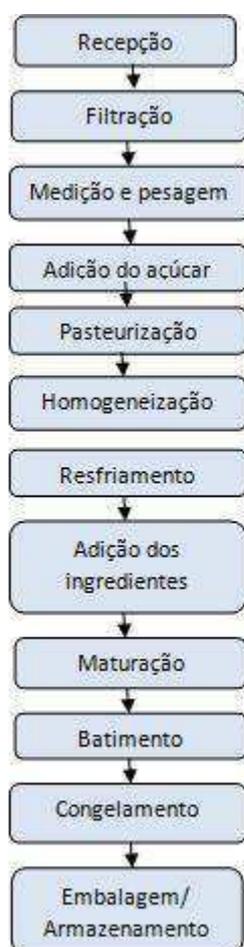


Figura 3. Registro fotográfico das formulações de sorvetes F0, F1, F2, F3, e F4.



Fonte: SILVA, W. A., 2016.

4.1 ANÁLISE DE COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

As análises para composição centesimal das diferentes formulações dos sorvetes foram realizadas em triplicata no Laboratório de Análise Físico-química de alimentos do IFPB/Sousa-PB, seguindo as seguintes metodologias:

•**Umidade:** Perda por dessecação (umidade). Secagem direta em estufa a 105°C (IAL, 2004).

•**Resíduos por incineração (cinzas):** Foram pesados 5 g de amostra, que após secagem em estufa até peso constante, foram levados à mufla a 550 °C.

•**Proteínas totais:** Protídios – Método de Kjeldahl clássico. O fator de conversão utilizado do nitrogênio para proteína será 6,38 (IAL, 2004).

•**Gorduras totais (Lipídios):** A determinação foi realizada segundo metodologia de extração direta em Soxhlet, (IAL, 2004).

•**Determinação de glicídios redutores em lactose** (IAL, 2004).

•**Determinação de glicídios não redutores em sacarose** (IAL, 2004).

•**Acidez Total:** Pesou-se aproximadamente 3 g da amostra, transferiu-se para um frasco Erlenmeyer de 125 mL com o auxílio de 50 mL de água destilada. Adicionou-se 3 gotas da solução fenolftaleína e titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, até coloração rósea. (IAL, 2004).

•**Determinação do pH:** Pesou-se 10 g da amostra em um béquer e diluiu-se com auxílio de 100 mL de água. O pH foi determinado, com o pHmetro previamente calibrado, operando-o de acordo com as instruções do manual do fabricante (IAL, 2004).

•**Carboidratos:** Foram calculados por diferença (100g – gramas totais de umidade, proteínas, lipídios e cinzas), segundo a Resolução RDC nº 360, de 23 de Dezembro de 2003 (BRASIL, 2003).

•**Valor Energético:** Para o valor energético total das formulações foram utilizados fatores de conversão 4 Kcal/g para carboidratos e proteínas e 9 Kcal/g para lipídeos, utilizando os valores em base úmida, segundo (BRASIL, 2005).

4.2 ANÁLISE FÍSICA – TESTE DE DERRETIMENTO

Um teste muito importante realizado para acompanhar a estabilidade dos sorvetes é o acompanhamento do seu derretimento (também chamado *Meltdown Teste*). A análise do derretimento foi realizada a temperatura de 26°C ou $\pm 2^\circ\text{C}$ e o comportamento dos sorvetes durante o derretimento foi analisado por meio do acompanhamento do gráfico do tempo versus a quantidade do volume derretido.

A avaliação física de ponto de derretimento dos sorvetes foi realizada utilizando a metodologia adaptada de GOFF (2013). O teste foi realizado a temperatura de 26°C $\pm 2^\circ\text{C}$. Para essa análise foram pesados 100 g da amostra em balança semi analítica e foram transferidos para uma tela metálica montada sobre um béquer, o qual coletava o material que atravessava pela tela à medida que ocorria o derretimento. O volume do sorvete drenado foi registrado a cada 10 minutos durante 100 minutos, tempo esse de derretimento total do produto. A partir dos dados obtidos, foram construídos gráficos do tempo em função do volume derretido.

4.3 AVALIAÇÕES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas das amostras de sorvete foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do IFPB/Sousa-PB, segundo metodologia de SILVA et al., (2010), sendo estas realizadas para *Salmonella* sp, *Coliformes* a 45°C e *Staphylococcus* coagulase positiva/g, com base nos padrões microbiológicos estabelecidos pela Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001, a qual aprova o

Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos (BRASIL, 2001). Este procedimento foi realizado antes das análises sensoriais a fim de garantir a segurança do alimento servido aos provadores.

4.4 AVALIAÇÃO SENSORIAL

O projeto foi submetido ao comitê de ética. A análise sensorial foi realizada com estudantes e servidores técnico-administrativos do Instituto Federal de Educação da Paraíba- Campus Sousa. O teste foi conduzido com 60 provadores, não treinados, de ambos os gêneros, utilizando uma escala hedônica de 9 pontos, com escores variando de 9 (gostei muitíssimo) até 1 (desgostei muitíssimo), para avaliar os atributos sensoriais de aparência, textura, aroma, sabor e a impressão global dos sorvetes elaborados. Será avaliada também a intenção de compra das amostras, utilizando uma escala de cinco pontos (5 - Certamente compraria a 1 - Certamente não compraria) (MEILGAARD; CIVILLE E CARR, 1999).

O modelo da ficha utilizada para avaliar está representado no Anexo 2. As amostras de sorvete foram apresentadas aos provadores em luz ambiente, e posicionadas aleatoriamente em bandejas e servidas aos provadores em copos plásticos descartáveis de 50 mL, devidamente codificados com números aleatórios de três dígitos. Junto com as amostras foram servidos água mineral à temperatura ambiente (25 °C), e bolacha de água e sal.

4.5 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata, sendo os resultados calculados em porcentagem, enquanto que as análises microbiológicas foram realizadas numa única repetição. Para a análise sensorial o cálculo dos índices de aceitação, sendo as notas atribuídas pelos julgadores, foi transformado em porcentagem. Com os resultados das análises físico-químicas e dos testes sensoriais das amostras, foram calculadas as médias e os desvios padrões e realizada a Análise de Variância (ANOVA), posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, pelo programa software ASSISTAT, versão 7.6 (ASSISTAT, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE FÍSICA – TESTE DE DERRETIMENTO

Durante o derretimento, dois eventos principais acontecem: o derretimento dos cristais de gelo e o colapso da estrutura espumosa lipídica estabilizada. No entanto, mesmo após o derretimento do gelo o sorvete não derrete completamente até que a sua estrutura entre em colapso. Este fenômeno é influenciado pelo tipo de emulsificante utilizado e indica a extensão de desestabilização e coalescência parcial ocorrida durante a fabricação de sorvetes (CORREIA; PEDRINI; MAGALHÃES, 2007).

De acordo com XAVIER (2009), o fenômeno do derretimento é governado por vários fatores, entre eles a taxa de incorporação de ar ou *overrun*, as interações lipídicas e a cristalização da gordura, diâmetro dos glóbulos de gordura, tipo e concentração de emulsificante.

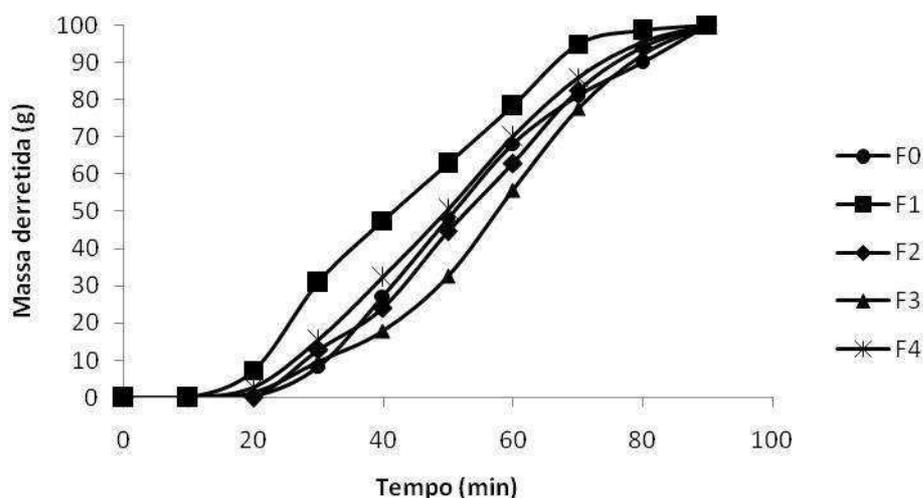
Os testes de derretimentos foram realizados com as cinco amostras de sorvete produzidas F0, F1, F2, F3 e F4, a fim de comprovar se os sorvetes possuem a estabilidade necessária para serem comercializados. Foram registradas as massas drenadas a cada dez minutos após o início.

Como se pode observar, na Figura 4, todas as amostras de sorvete se mantiveram estáveis durante os dez minutos iniciais, apesar da redução de gordura, isso mostra que a substituição da gordura por soro de leite não afetou na estabilidade das formulações. Segundo Souza et al (2010), a estrutura do sorvete está associado com a aglomeração de gordura que têm influência sobre o comportamento do derretimento, ou seja, um aumento no grau de aglomeração da gordura reduz a taxa de derretimento, isso demonstra que o soro de leite em pó é também eficiente na substituição da gordura em relação ao derretimento dos sorvetes. Mesma observação foi também verificada por Gomes (2015), ao estudar uso de inulina e edulcorantes como substitutos de gordura e açúcar em sorvetes.

Machado (2005), ao estudar a utilização de óleo de coco babaçu, concentrado proteico de soro lácteo e leite em pó desnatado na produção de sorvete, obteve um derretimento em aproximadamente 10 e 15 minutos, apresentando uma boa qualidade do derretimento. Resultados semelhantes foram encontrados neste estudo.

MORO et al., (2013), ao determinar o ponto de derretimento de sorvetes elaborados com diferentes concentrações de estabilizantes e emulsificantes a 27°C, demonstraram que os sorvetes não devem derreter durante os dez (10) minutos iniciais de avaliação desse parâmetro nas condições experimentais.

Figura 4. Derretimento dos sorvetes F0 (Formulação padrão), e F1, F2, F3 e F4 (Formulações com redução de gordura e substituição por soro de leite em pó)



Fonte: SILVA, W. A., 2016.

5.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

O sorvete é um alimento que não passa por um processo térmico, após seu preparo, portanto, durante a produção devem-se tomar todos os cuidados higiênico-sanitários para que evitar que o sorvete seja contaminado por microrganismos patogênicos, e causem doenças transmitidas por alimentos (GONÇALO, 2002).

Os sorvetes são conservados a -15°C, nessa temperatura os microrganismos patogênicos não se multiplicam, mas podem permanecer nos sorvetes por longos períodos e serem veiculados ao consumidor. Quando o sorvete é contaminado,

sugere-se que o mesmo foi contaminado através das matérias-primas ou pela pasteurização insuficiente (FERRARI, WINKLER, OLIVEIRA, 2007).

Os resultados das análises microbiológicas dos sorvetes com redução de gordura e substituição por soro de leite em pó estão listados na Tabela 2. De acordo com os resultados, os sorvetes F0, F1, F2, F3 e F4 formulados encontraram-se perfeitamente nas condições de consumo, não apresentando riscos à saúde do consumidor com relação à presença de microrganismos patogênicos, conforme o padrão exigido para gelados comestíveis a base de leite e produtos lácteos, segundo a Resolução RDC n. 12 da Agência Nacional da Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001). O que demonstra que o processo de higienização e de conservação das amostras foi eficiente.

Analisando ainda a Tabela 2 observa-se que, para Coliformes 45 °C, os valores encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução da ANVISA Brasil (2001) que é de 5×10 NMP/g. Gomes (2015) ao estudar o uso de inulina e edulcorantes como substitutos de gordura e açúcar em sorvetes, também encontrou valores dentro dos padrões da legislação vigente e a ausência de *Salmonella sp* em 25 g. Santos (2008) ao estudar as características físicas, químicas e aceitabilidade de sorvete com mangaba e reduzido teor energético encontrou valores similares a esta pesquisa para *Salmonella sp*.

Tabela 2. Análises microbiológicas Sorvete F0 (Formulação convencional) e dos Sorvetes desenvolvidos

Amostras	Coliformes		Salmonella sp/25g (UFC/g)	Staphylococcus	
	a 45°C (NMP/g)	a 35°C (NMP/g)		Coagulase (UFC/g)	Positiva
F0	<3,0 NMP/g	<3,0 NMP/g	Ausência	<1x10 ¹ UFC/g (est.)	
F1	<3,0 NMP/g	<3,0 NMP/g	Ausência	<1x10 ¹ UFC/g (est.)	
F2	<3,0 NMP/g	<3,0 NMP/g	Ausência	<1x10 ¹ UFC/g (est.)	
F3	<3,0 NMP/g	<3,0 NMP/g	Ausência	<1x10 ¹ UFC/g (est.)	
F4	<3,0 NMP/g	<3,0 NMP/g	Ausência	<1x10 ¹ UFC/g (est.)	

Nota: Determinações preconizadas pela RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. (NMP) – Número Mais Provável; (UFC) – Unidades Formadoras de Colônias.

5.3 AVALIAÇÃO SENSORIAL

A avaliação sensorial é uma metodologia científica interdisciplinar usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e dos materiais como são percebidas pelos órgãos da visão, olfato, tato, audição e gustação (ABNT, 1993).

A análise sensorial é realizada em função das respostas transmitidas pelos indivíduos às várias sensações que se originam de reações fisiológicas e são resultantes de certos estímulos, gerando a interpretação das propriedades intrínsecas aos produtos. Para isto é preciso que haja entre as partes, indivíduos e produtos, contato e interação. O estímulo é medido por processos físicos e químicos e as sensações por efeitos psicológicos. As sensações produzidas podem dimensionar a intensidade, extensão, duração, qualidade, gosto ou desgosto em relação ao produto avaliado. Nesta avaliação, os indivíduos, por meio dos próprios órgãos sensórios, numa percepção somato-sensorial, utilizam os sentidos da visão, olfato, audição, tato e gosto (IAL 2004).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 3, verifica-se que todos os sorvetes foram aceitos, pelo painel de avaliadores, em relação a todos os atributos avaliados. Uma vez que as médias dos atributos foram acima de 7 (gostei moderadamente) na análise sensorial. Os valores médios dos atributos variaram de 7,19 a 7,85, equivalentes aos termos “gostei moderadamente” a “gostei muito”, sendo considerados valores satisfatórios.

Tabela 3. Média e desvio-padrão dos atributos sensoriais do Sorvete F0 (Formulação convencional) e dos Sorvetes desenvolvidos

Tratamento	Aparência	Textura	Aroma	Sabor	Aceitação Global	Intenção de Compra
F0	7,19±0,93 ^a	7,32±0,87 ^a	7,37±0,87 ^a	7,60±0,90 ^a	7,25±0,87 ^b	4,27±0,66 ^a
F1	7,45±0,87 ^a	7,62±0,85 ^a	7,37±0,81 ^a	7,57±1,05 ^a	7,34±1,06 ^b	3,83±0,78 ^b
F2	7,48±0,99 ^a	7,55±0,97 ^a	7,52±0,94 ^a	7,48±1,02 ^a	7,55±1,02 ^{ab}	4,03±0,76 ^{ab}
F3	7,37±0,81 ^a	7,58±0,83 ^a	7,47±0,81 ^a	7,62±0,92 ^a	7,85±0,89 ^a	4,15±0,61 ^{ab}
F4	7,54±0,86 ^a	7,62±0,84 ^a	7,52±0,83 ^a	7,70±0,86 ^a	7,85±0,84 ^a	4,24±0,67 ^a

Médias com letras em comum na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras ($p \leq 0,05$) pelo teste de média de Tukey

Em relação ao atributo aparência as notas variaram de 7,19 a 7,54, demonstrou que os provadores gostaram da aparência das amostras. Os valores encontrados para aroma, sabor e textura variaram de 7,37 a 7,52, 7,48 a 7,70 e 7,32 a 7,62, respectivamente, ficando próximos aos valores encontrados por Gomes (2015), ao estudar uso de inulina e edulcorantes como substitutos de gordura e açúcar em sorvetes. Um dos atributos mais importantes em um produto é o sabor, como pode ser constatado pelos provadores, em que atribuíram notas satisfatória, ficando entre os atributos “gostei moderadamente” a “gostei muito” (Tabela 3).

Os valores atribuídos para a amostra padrão F0 e a amostra com redução de 100% da gordura hidrogenada e do leite em pó F1, ficaram próximos em todos os atributos, demonstrando que a redução da gordura não influenciou significativamente nas notas atribuídas pelos provadores (Tabela 3). Com exceção do atributo aceitação global, todos os outros não diferiram significativamente da formulação padrão F1. Os provadores não relataram na ficha de avaliação nenhuma observação quanto às características sensoriais das formulações.

5.4 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

5.4.1 Análises físico-químicas

Análise bromatológica, dentro do contexto da química analítica aplicada, desempenha importante papel avaliador da qualidade e segurança dos alimentos. Em determinados momentos, a sua utilização torna-se decisiva para equacionar e resolver problemas de saúde pública, e também, para definir e complementar ações de vigilância sanitária (IAL, 2004).

Na Tabela 4 apresenta à média, de três replicatas, das análises físico-químicas dos parâmetros: acidez titulável, sólidos totais, teores de cinzas, proteínas, pH, determinação de lipídios, açúcares redutores açúcares, não-redutores e valor calórico.

Tabela 4. Análises físico-químicas sensoriais do Sorvete F0 (Formulação convencional) e dos Sorvetes desenvolvidos.

Variáveis	F0	F1	F2	F3	F4
Umidade (%)	61,87±0,05 ^b	61,77±0,02 ^b	61,18±0,88 ^c	62,93±0,04 ^a	61,79±0,03 ^b
Cinzas (%)	0,78±0,01 ^a	0,78±0,02 ^a	0,78±0,02 ^a	0,78±0,03 ^a	0,78±0,03 ^a
Proteína (%)	2,24±0,07 ^a	1,88±0,26 ^a	2,18±0,10 ^a	2,06±0,03 ^a	1,97±0,11 ^a
Lipídios (%)	7,43±0,04 ^a	2,51±0,05 ^c	2,86±0,35 ^c	4,70±0,42 ^b	5,86±0,88 ^b
Ph	6,95±0,07 ^a	6,55±0,05 ^c	6,30±0 ^c	6,61±0,05 ^b	6,92±0,05 ^a
Acidez Titulável (%)	0,02±0,01 ^a	0,26±0,02 ^a	0,26±0,02 ^a	0,20±0,02 ^a	0,48±0,59 ^a
Carboidratos (%)	27,69±0,11 ^c	33,05±0,34 ^a	33,01±0,48 ^a	29,52±0,27 ^b	29,59±0,98 ^b
Valor calórico (Kcal/100g)	186,53±0,19 ^a	162,32±0,1 ^c	166,33±1,40 ^c	168,62±2,05 ^{bc}	178,98±1,67 ^{ab}
Açúcares redutores (%)	5,72±0,08 ^b	8,50±0,15 ^a	8,06±0,92 ^c	7,87±0,30 ^a	7,32±0,05 ^a
Açúcares não redutores (%)	17,29±0,32 ^a	13,11±0,44 ^b	13,18±0,70 ^b	12,30±0,18 ^b	13,12±0,41 ^b

Médias com letras em comum na mesma coluna indicam que não há diferença significativa entre as amostras ($p \leq 0,05$) pelo teste de média de Tukey

Quanto à umidade, Tabela 4, observa-se que as amostras em questão diferiram significativamente entre si, variando de 61,18% a 62,93%. Gomes (2015), ao estudar uso de inulina e edulcorantes como substitutos de gordura e açúcar em sorvetes encontrou um teor de 66,10% de umidade para a formulação sem redução de gordura, valor mais elevado que os teores de umidade de todas as formulações dessa pesquisa.

Os valores de cinzas não diferiram entre si (Tabela 4). Isso mostra que a substituição da gordura não interferiu na quantidade de minerais presentes no sorvete. Os resíduos minerais fixos estão presentes nos sorvetes principalmente devido à presença do leite em sua formulação, o leite apresenta teores consideráveis

de cloro, fósforo, potássio, sódio, cálcio e magnésio (GOMES, 2015). O teor de cinzas indica a quantidade de minerais do alimento. Como os ingredientes fontes de minerais para as formulações de sorvete são os derivados lácteos, a substituição do leite em pó por soro de leite não causou diferença neste componente nutricional (ANTUNES, 2003), a substituição de leite por soro de leite nas formulações não causariam impacto significativo neste componente nutricional, como observado. Os valores de cinzas obtidos ficaram muito próximos por Pazianotti et al.(2010) com valores de cinza de 0,75% para sorvete industrial, ao estudar as características microbiológicas e físico-químicas de sorvetes artesanais e industriais comercializados na região de Arapongas-PR.

A proteína láctea é indispensável na formação de uma emulsão estável na homogeneização da mistura, o que contribui na formação da membrana de glóbulos de gordura e na retenção de água (MACHADO, 2005). Em relação ao teor de proteínas, as amostras não diferiram significativamente entre si (Tabela 4). Segundo Silva (2004), as proteínas são responsáveis pela estrutura, emulsificação e aeração do sorvete, portanto neste estudo todas as amostras apresentaram as mesmas características de corpo e textura leve. Silva Junior e Lannes (2011), avaliaram as propriedades químicas, físicas e mecânicas de sorvetes de chocolate, produzidos com misturas de açúcar e tipos diferentes de gordura, e observaram que o conteúdo de proteína nas diferentes formulações não variaram.

Observa-se na Tabela 4, que as amostras em questão diferiram estatisticamente entre si em relação à porcentagem de lipídeos.

Todas as amostras atendem ao regulamento técnico de gelados comestíveis, preparados e Pós para o preparo e Bases para gelados comestíveis (BRASIL, 1999), que estabelece o mínimo de 2,5% de gordura para o sorvete de leite. A redução da gordura das formulações já era esperada, devido à substituição da gordura vegetal e do leite em pó por soro de leite em pó. Observou-se que quanto maior o teor de soro, menor foi o teor de lipídeos. Segundo Soler e Veiga (2001) a baixa quantidade de gordura, pode alterar as características dos sorvetes, a estrutura, a suavidade da textura e a qualidade do corpo podem ser alteradas e pode-se aumentar a temperatura de congelamento do sorvete, diminuindo a resistências ao derretimento, a estabilidade, a viscosidade e o sabor do sorvete. Porém isso não ocorreu neste estudo devido à adição do soro de leite em pó, ter sido eficiente como substituto de gordura não alterando as características dos sorvetes elaborados.

Em relação a substituição da gordura vegetal e do soro de leite em pó por soro de leite em pó, verificou-se que quanto maior a proporção de soro maior a redução do teor de gordura. A formulação F1 foi a que apresentou o menor teor de lipídeos, sendo esta à formulação que substituiu totalmente a gordura vegetal e o leite em pó por soro de leite em pó, sendo menor que o valor encontrado por Gomes (2015), ao estudar uso de inulina e edulcorantes como substitutos de gordura e açúcar em sorvetes. Pazianotti et al. (2010) observaram em sorvetes industriais um teor de lipídios em torno de 10%, já para os sorvetes artesanais este valor foi próximo de 7%. Nessa pesquisa o valor encontrado para a formulação padrão foi de 7,43% de lipídeos, valor menor que o encontrado por Pazianotti et al. (2010) se comparado ao sorvete industrial e superior se comparado ao sorvete artesanal.

O pH e acidez total titulável dos sorvetes são parâmetros que podem ser influenciados pela composição da mistura, como a adição de frutas na formulação e também pela utilização de leites de diferentes origens (CORREIA et al., 2008). Os valores encontrados para acidez não diferiram estatisticamente, e variando de 0,02% a 0,48%. Como esperado a acidez titulável medida apresentou comportamento inverso ao pH.

Segundo Carvalho (2012), considerando que a análise de acidez fornece um dado referente ao estado de conservação das amostras, indicando se a mesma apresenta-se em processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, ocorre uma alteração na concentração dos íons de hidrogênio, elevando a acidez do produto. Pode-se concluir que nenhuma das formulações de sorvete elaboradas apresentava-se em processo de decomposição, pois o valor da acidez das amostras não apresentou diferença significativa. Valores maiores foram encontrados por Queiroz et al (2009), ao estudar avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de sorvetes do tipo tapioca.

Houve diferença significativa para os valores de pH, os valores encontrados variaram de 6,3 a 6,95. Santos (2008) ao estudar as características físicas, químicas e aceitabilidade de sorvete com mangaba e reduzido teor energético, encontrou valores de pH variando de 4,50 a 4,94. Valores abaixo dos encontrados nessa pesquisa por Pazianotti et al (2010), ao estudar as características microbiológicas e físico-químicas de sorvetes artesanais e industriais comercializados na região de

Arapongas-PR, encontrou valores que variaram de 6,33 a 6,47, próximos aos valores encontrados nessa pesquisa.

Em relação aos carboidratos não existem valores estabelecidos pela legislação, às amostras diferiram significativamente entre si, encontrando valores que variaram de 27,69 a 33,05%, a amostra apresentou o menor valor de carboidratos foi à amostra padrão F1. Santos (2008), ao estudar as características físicas, químicas e aceitabilidade de sorvete com mangaba e reduzido teor energético encontrou valores que variaram de 13,22% a 20,18%, valores esses menores que os encontrados nessa pesquisa.

O valor calórico encontrado nos sorvetes diferiu significativamente entre si, variando de 162,32 a 186,53Kcal/100g a amostra que apresentou o menor valor calórico foi à amostra F1, que houve substituição total da gordura hidrogenada e do leite em pó por soro de leite e o maior valor encontrado foi da amostra padrão F0.

Quanto ao teor de lactose observou-se que quanto maior o teor de soro de leite, o teor de lactose também aumentou. Em relação aos açúcares redutores as amostras diferiram estatisticamente entre si, variando de 5,72% a 8,50%. Pereira et al (2012), ao estudar a influência do pH nas características físico-químicas e sensoriais de *frozen yogurt* de morango encontrou valores que variaram de 3,80% a 4,38%, valores menores que os encontrados nessa pesquisa.

Em relação aos açúcares não redutores as amostras diferiram estatisticamente entre si, apresentando valores de 12,30% a 17,29%, valores menores foram encontrados por Queiroz et al (2009), ao estudar a avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de sorvetes do tipo tapioca.

6. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, é possível concluir que:

A substituição parcial ou total da gordura vegetal por soro do leite em pó na elaboração do sorvete, sabor morango, é uma alternativa técnica e econômica no aproveitamento do soro de leite.

Os resultados das análises microbiológicas, das formulações de sorvetes desenvolvidas, estão em conformidade com os padrões legais vigentes, definidos no

regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, permitindo que os sorvetes elaborados neste estudo fossem analisados sensorialmente, com segurança alimentar, pelos degustadores.

Quanto às análises de composição nutricional das formulações de sorvetes em estudo foram realizadas e verificou-se que:

- Os teores da umidade, nas amostras, variaram de 61,18 % (F2) a 62,9 % (F3) não havendo diferença significativa ao nível de 5% entre as amostras.

- Os valores das concentrações das cinzas foram de 0,78 % para todas as amostras, isso demonstra que a substituição da gordura não causou diferenças na quantidade de minerais presentes no sorvete.

- Os valores das concentrações das análises de proteínas demonstraram que há diferença entre as amostras estudadas, demonstrando que o teor de proteínas dos sorvetes em estudo diminui conforme o aumento da substituição do soro de leite pelo leite em pó integral na formulação do sorvete.

- Os teores de lipídios diferiram entre si em todas as formulações desenvolvidas, a Formulação (F1) apresentou menor teor de lipídios (2,51 %) devido à ausência de gordura vegetal, entretanto a Formulação (F0) teve maior teor lipídios (7,43 %) devido apresentar maior concentração de gordura vegetal em sua composição.

- Quanto aos carboidratos constatou-se que a diferença significativa entre a Formulação convencional (F0) e a Formulação (F1) que não possui na sua composição leite em pó e gordura vegetal, 27,69 % (F0) a 33,05 % (F1), respectivamente.

- O valor calórico encontrado nos sorvetes diferiu significativamente entre as amostras, variando de 162,32 (F1) a 186,53 (F0) Kcal/100g, a qual se observa que substituição total do leite em pó e da gordura hidrogenada pelo soro promoveu a redução do valor calórico.

- Em relação aos açúcares redutores, observa-se que as amostras diferiram estatisticamente entre si, na qual os valores variaram de 5,72% (F0) a 8,50% (F1), e cujos dados revelam que a adição do soro de leite ocasiona aumento no teor destes componentes.

- Quanto aos açúcares não redutores observa-se diferença significativa entre as amostras 17,29% (F0) e 13,11% (F1), demonstrando que a substituição total do soro de leite reduz os teores dos açúcares não redutores.

- O pH se mostrou decrescente conforme o aumento da substituição do leite em pó por soro de leite, nas formulações em estudo, pelo fato leite em pó ter um pH menor que o leite soro de leite.

- Os teores de acidez foram baixos em todas as formulações estudadas e de modo geral observou-se que à medida que se adicionou o soro de leite nas formulações ocorreu aumento na acidez das amostras.

Para a análise física do Teste de Derretimento não foi observado diferença significativa entre as amostras das formulações desenvolvidas para o tempo de derretimento de dez (10) minutos dos sorvetes elaborado, demonstrando que a este parâmetro não é influenciado pela proporção dos ingredientes presentes nas amostras.

Quanto à análise sensorial observou-se que todas as formulações de sorvetes foram aceitas pelo painel de avaliadores em relação a todos os atributos (aparência, textura, aroma e sabor), pois os valores médios dos atributos variaram de 7,19 a 7,85, equivalentes aos termos “gostei moderadamente” a “gostei muito”. Quanto a aceitação global das amostras verificou-se que a Formulação (F0) teve menor valor (7,25) já a Formulações (F3 e F4) apresentaram maior valor (7, 85). Entretanto a intenção de compra de compra teve maior nota para a amostra F0 (4,27) e menor nota para a Formulação (F1) cujo valor foi 3,83.

O sorvete com teor reduzido de gordura e substituição por soro apresentou como uma interessante proposta para o mercado de laticínios, e de características sensoriais agradáveis.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIS. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DE SORVETE. **Produção e consumo de sorvetes no Brasil**. São Paulo, s/d. Disponível em: <http://www.abis.com.br/estatistica_producaoconsumodesorvetesnobrasil.htm>. Acesso em: 07 Out 2015.

ABIS. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DE SORVETE. **História do sorvete**: Você sabia que esta delícia existe há mais de 3000 anos?. São Paulo, s/d. Disponível em: <http://www.abis.com.br/institucional_historia.html>. Acesso em: 07 Out 2015.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12994**: análise sensorial dos alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, 1993.

ANGELIS, R. C. **Fome oculta**: impacto para a população do Brasil. São Paulo: Atheneu, 1999. p. 236.

ALMEIDA, K. E.; BONASSI, I. A.; ROÇA, R. O. Características físicas e químicas de bebidas lácteas. **Ciência e tecnologia de alimentos**, v 21, n. 2, p. 187-192, 2001.

ALVAREZ, V. B; WOLTERS, C. L; VODOVOTZ, Y. J. I. T. Physical properties of ice cream containing milk protein concentrates. **Journal of Dairy Science**, v.88, n. 3, p. 862-871, 2005.

ANTUNES, A. J. **Funcionalidade de Proteínas do Soro de Leite Bovino**. Barueri: Manole, 2003. p. 137.

ASSISTAT Versão 7.6 beta (2011) - Homepage <<http://www.assistat.com>>. Por Francisco de A. S. e Silva. DEAG-CTRN-UFCG - Atualizado. 30/07/2012.

BRASIL. Agência Nacional De Vigilância Sanitária (ANVISA). **Portaria nº 29, de 13 de janeiro de 1998**. Aprova o Regulamento Técnico referente a Alimentos para Fins Especiais. Brasília:Diário Oficial da União, 1998.

_____. **Resolução RDC nº 12, de 02 de Janeiro de 2001**: aprova o regulamento técnico sobre Padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em:<<http://www.anvisa.gov.br>> Acesso em: 15 Jul 2015.

_____. **Resolução RDC nº 267, de 25 de setembro de 2003.** Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Gelados Comestíveis e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Gelados Comestíveis. Diário Oficial da União, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária(ANVISA). **Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999** - Aprova o Regulamento Técnico referente a Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis.

_____. **Rotulagem nutricional obrigatória:** manual de orientação às indústrias de alimentos – 2ª versão. Brasília: Ministério da Saúde. Universidade de Brasília, 2005.

Disponível em:

<<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/389979/Rotulagem+Nutricional+Obrigat%C3%B3ria+Manual+de+Orienta%C3%A7%C3%A3o+%C3%A0s+Ind%C3%BAstrias+de+Alimentos/ae72b30a-07af-42e2-8b76-10ff96b64ca4>>. Acesso em:12 de Janeiro de 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Gabinete do Ministro.

Instrução Normativa n. 146 de 23 de outubro de 2007. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados. Diário Oficial da União, 2007.

_____. **Portaria nº 146, de 07 de Março de 1996.** Dispõe sobre o regulamento técnico de identidade e qualidade dos produtos lácteos – Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Leite em Pó e do Leite UHT (UTH), 1996.

BOFF, C. C. CRIZEL, T. M. ARAUJO, R. R. RIOS, A. O. FLÔRES, S. H. Desenvolvimento de sorvete de chocolate utilizando fibra de casca de laranja como substituto de gordura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n.10, out., 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782013001000026>. Acesso em: 03 de Março de 2016.

CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. **Alimentos para fins especiais: dietéticos**. São Paulo: Varela, 1995. 423p.

CARVALHO, K. D. **Utilização de soro de leite doce na produção de sorvete em massa**.2012. 197p.Dissertação em Desenvolvimento Sustentável e Qualidade de Vida [Mestrado]. Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino. São João da Boa Vista, 2012. Disponível em:
<https://mestradounifae.wikispaces.com/file/view/Kassandra+Duarte+Carvalho_2012.pdf>. Acesso em: 16 de Junho de 2016.

CASAROTTI, S. N.; JORGE, N. Technological aspects of fat substitutes and their applications in dairy products. **Sociedade Brasileira de Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 163-181, 2010.

CLARKE, C. **The science of ice cream**: edition 2. Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2004. 187p.

CORREIA, P. T. R. PEDRINI, S. R. M. MAGALHÃES, A. M. M.; Sorvete: aspectos tecnológicos e estruturais.**Higiene Alimentar**. v.21, n. 148, p.19-23, 2007.

CORREIA, R. T. P.; MAGALHÃES, M. M. A.; PEDRINI, M. R. S.; CRUZ, A. F.; com CLEMENTINO, I. Sorvetes elaborados leite caprino e bovino: composição química e propriedades de derretimento. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 39, n. 02, p. 251-256, 2008.

DAVIS, L. Fortifying Grain-based Products with Whey Protein.**Cereal Foods World**, v.49, n.1, p.4-5, 2004.

FERRARI, R. G.; WINKLER, S. M. K.; OLIVEIRA, T. R. M. Avaliação microbiológica de alimentos isentos de registro no ministério da saúde. **Revista Semina: Ciência Agrária, Londrina**. v. 28, n. 2, p. 241 – 250, 2007.

FONTES, A. C. L. **Desenvolvimento e avaliação de bebida láctea tratada termicamente após fermentação**. 2007. 40p. Dissertação em Ciências e Tecnologia de Alimentos [Mestrado]. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2007.

GIORDANI, R. **Sorvete**: alimento e prazer. Porto Alegre: Imagem da Terra Editora, 2006.184 p.

GOFF, H.D.; HARTEL, R. W. **Ice Cream**. 7th ed. New York: Springer Science & Business Media, 2013. p. 342 – 344.

GOFF, H.D. Colloidal aspects of ice cream: a review. **International Dairy Journal**, v.7, n. 6/7, p.363-373, 1997.

_____. Formation and stabilization of structure in ice cream and related products.**Current Opinion in Colloid and Interfacial Science**, v. 7, n. 5/6, p. 432-437, 2002.

_____. Instability and partial coalescence in whippable dairy emulsions. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.10, p.2620-2630, 1997.

GRANGER, C.; LEGER, A.; BAREY, P.; LANGENDORFF, V.; CANSELL, M. Influence of formulation on the structural networks in ice cream.**International DairyJournal**, v.15, n. 3, p. 255-262, 2004.

GOMES, Q. O. **Uso de inulina e edulcorantes como substitutos de gordura e açúcar em sorvetes**. 2015. 62p. Dissertação em Sistemas Agroindustriais [Mestrado]. Universidade Federal de Campina Grande. Pombal, 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ.**Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo, 2008, p. 70-77.

LAMOUNIER, M. L. **Sorvete a base de preparado em pó**. 2012. 104p. Dissertação em Ciências [Mestrado]. Universidade de São Paulo. Piracicaba, , 2012.

LUSTOSA, T. Q. O. **Para que servem os dados sobre consumo alimentar?** In: Instituto Danone. Consumo Alimentar: as grandes bases. São Paulo, 2000, p. 53-61.

MACHADO, G. C. **Utilização de óleo de coco babaçu, concentrado proteico de soro lácteo e leite em pó desnatado na produção de sorvete.** 2005. 91p. Tese [Doutorado]. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2005.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques.** 3th ed. Florida: CRC Press, 1999. p. 54-55.

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. 186p. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos. [Mestrado]. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2002.

MONTAN, M. As fibras invisíveis. **Revista Brasil Alimentos**, n. 19, p. 28- 29, 2003.

MORO, A.P.; CAREGNATO, C.; DEZORDI, J.; COSTELLI, M. C.; SAVIO, J. **Avaliação do ponto de derretimento de sorvetes elaborados com diferentes concentrações de estabilizantes e emulsificante.** 2013. Disponível em: <<http://www.ital.sp.gov.br/tecnolat/anais/tl230513/Arquivos/MORO.pdf>>. Acesso em: 30 Nov 2015.

MOSQUIM, M. C. A. **Fabricando sorvetes com qualidade.** São Paulo: Fonte, 1999. p. 62.

OLIVEIRA, R. S. **Como Montar e Operar uma Sorveteria.** CPT. Viçosa, 2005.p. 184.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos: Alimentos de origem animal.** Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 279, v. 2.

PAGNO, C. H.; BALDASSO, C.; TESSARO, I. C.; FLORES, S. H.; JONG, E. V. Obtenção de concentrados proteicos de soro de leite e caracterização de suas

propriedades funcionais tecnológicas. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 2, p. 231-239, 2009.

PAZIANOTTI, L.; BOSSO, A.A.; CARDOSO, S.; COSTA, M, R.; SIVIERI.K. Características microbiológicas e físico-químicas de sorvetes artesanais e industriais comercializados na região de Arapongas-PR. **Revista do Instituto de Laticínio Cândido Tostes**, v. 65, n. 377, p. 15-20, 2010.

PEREIRA, G. G.; RAFAEL, L. M.; GAJO, A. A.; RAMOS T. M.; PINTO, S. M.; ABREU, L. R.; RESENDE, J. V. Influência do pH nas características físico-químicas e sensoriais de *frozen yogurt* de morango. **Seminário de Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 675-686, 2012.

PEREIRA, G. G.; RESENDE, J. V.; ABREU, L. R.; GIAROLA, T. M. O.; ERRONE, I. T. Influence of the partial substitution of skim milk powder for soy extract on ice cream structure and quality. **European Food Research and Technology**, New York, p.1093-1102, 2011.

QUEIROZ, H. G. S.; NETA, N. A. S.; PINTO, R. S.; RODRIGUES, M. C. P.; COSTA, J. M. C. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de sorvetes do tipo tapioca1. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 1, p. 60-65, 2009.

RECK, I. A.; GAZELOTO, S. A.; JUNIOR, R. C. S.; SANTOS, A. V.; HENSCHER, M. T. N.; MADRONA, G. S. Análise e desenvolvimento de sorvete à base de proteína de soro de leite. **Revista Geintec - Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 6, n. 1, p.2771-2779, 2016.

RODRIGUES, A.; FONTANA, C. V.; PADILHA, E.; SILVESTRIN, M.; AUGUSTO, M. M. M. Elaboração de sorvete sabor chocolate com teor de gordura reduzido utilizando soro de leite em pó. **Vetor**, v. 16, n. 2, p. 55-62, 2006.

SAAD, S. M. I.; CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F. **Probióticos e prebióticos em alimentos: fundamentos e aplicações tecnológicas**. São Paulo: Varela, 2011. p. 672.

SABATINI, D. R. SILVA, K, M.; PICNIN, M. E.; PICININ, M. E.; DEL SANTO, V. R.; SOUZA, G. B.; PEREIRA, C. A. M. 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.

SALZANO JR. Nutritional supplements: practical applications in sports, human performance and life extension. **Symposium series 007**, São Paulo, p, 75-202, 2002.

SANTOS, G. G. **Características físicas, químicas e aceitabilidade de sorvete com mangaba e reduzido teor energético**. 2008. 75p. Dissertação em Ciência e Tecnologia de Alimentos [Mestrado]. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2008.

SANTOS, G. G. Sorvete: Processamento, tecnologia e substitutos de sacarose. **Revista Ensaio e Ciência Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 13, n. 2, p. 95-109, 2009.

SCHMIDT, K.; LUNDY, A.; REYNOLDS, J.; YEE, L. N. Carbohydrate or protein based fat mimicker effects on ice milk properties. **Journal of Food Science**, v. 58, n.4. p.761-763, 1993.

SERPA, L. **Concentração de proteínas de soro de queijo por evaporação a vácuo e ultrafiltração**. 2005. 116p. Dissertação em engenharia de Alimentos [Mestrado]. Universidade Regional Integrada. Erechim, 2005.

SGARBIERI, V. C. Revisão: Propriedades fisiológicas - funcionais das proteínas do soro de leite. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.17, n.4, p.397-409, 2004.

SILVA JUNIOR, E. **Formulações especiais para sorvetes**. 2008. 133p. Dissertação em Ciências Farmacêuticas [Mestrado]. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

SILVA JUNIOR, E.; LANNES, S. C. S. Effect of different sweetener blends and fat types on ice cream properties. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, n. 1, p.217-220, 2011.

SILVA, N. da; JUNQUEIRA, V.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S. dos; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4 ed. São Paulo: Livraria Varela, 2010. 614p.

SILVA, V. M. **Sorvete *light* com fibra alimentar: desenvolvimento, Caracterização físico-química, reológica e sensorial**. 2012. 169p. Dissertação em Ciência e Tecnologia de Alimentos [Mestrado]. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2012.

SILVA, K.; BOLINI, H. M. A. Avaliação Sensorial de sorvete formulado com Produto de soro ácido de Leite Bovino. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 116-122, 2006.

SILVA, K. **Sorvete com diferentes produtos de soro de leite bovino: avaliações sensoriais, físico-químicas e ultra estruturais**. 2004. 169p. Dissertação em Alimentos e Nutrição [Mestrado]. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

SIVIERI, K.; OLIVEIRA, M. N. Avaliação da vida-de-prateleira de bebidas lácteas preparadas com “fatereplacers”. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 24-31, 2003.

SOLER, M. P.; VEIGA, P. G. **Sorvetes**. Campinas: ITAL/CIAL, 2001. p. 68.

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

SUBSTITUTOS DE GORDURA. **Aditivos & Ingredientes**.s/d. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/91.pdf> Acesso em: 30 Nov 2015.

VARELA, P.; PINTOR, A.; FISZMAN, S. How hydrocolloids Affect the temporal oral perception of ice cream. **Food Hydrocolloid**., v. 36, p. 220-228, 2014.

XAVIER, L. P. S. **Processamento de sorvetes**. Pelotas. 2009. Disponível em:
<quimicadealimentos.files.wordpress.com/2009/08/processamento-desorvetes.doc>.
Acesso em: 23 Abr 2015.

APENDICES

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E

ESCLARECIDO Prezado (a) Senhor (a)

Esta pesquisa é sobre redução de gordura em sorvete e está sendo desenvolvida pela pesquisadora Wellita Azevedo Silva, aluna do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, da Universidade Federal de Campina Grande, sob a orientação do Prof. Dr. Luiz Gualberto de Andrade Sobrinho.

Os objetivos do estudo são desenvolver formulações de sorvete sabor morango com teor reduzido de gordura com base na substituição parcial da gordura por soro de leite em pó, mantendo suas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.

O trabalho tem a finalidade de elaborar um produto mais saudável, com redução de gordura e o uso do soro que são inovações que oferecem a possibilidade de melhorias nos aspectos relacionados à saúde, satisfação do consumidor, redução do impacto ambiental, além de agregar valor a um subproduto da indústria de laticínios.

A pesquisa contribuirá para a obtenção de uma formulação de sorvete mais saudável, em concordância com a legislação vigente e sem prejuízo para as características de qualidade do produto, além da adição de soro de leite em que é um importante produto da indústria alimentícia. As proteínas do soro possuem grande valor nutricional, uma vez que apresentam alta digestibilidade e todos os aminoácidos essenciais. O soro possui diversas vitaminas hidrossolúveis e sais minerais. Além disso, a utilização deste ingrediente está associada ao aproveitamento do soro de leite cujo descarte de forma inadequada pelas indústrias pode ocasionar sérios problemas ambientais. Solicitamos a sua colaboração para degustar nossas amostras em teste (**SORVETES COM REDUÇÃO DE GORDURAS A BASE DE SORO DE LEITE**), como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de Ciência e Tecnologia de Alimentos e publicar em revista científica (*se for o caso*).

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as

atividades solicitadas pelo Pesquisador(a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano, nem haverá modificação na assistência que vem recebendo na Instituição (*se for o caso*).

Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido(a) e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente que receberei uma via desse documento.

Contato do Pesquisador (a) Responsável:

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para o (a) pesquisador (a) Wellita Azevedo Silva.

Endereço: Rua Deputado Manoel Gonçalves, 43, Areias- Sousa- PB.

Telefone: (83) 9801-2333

Atenciosamente,

Assinatura do Pesquisador Responsável

Assinatura do Pesquisador Participante

Obs.: O sujeito da pesquisa ou seu representante e o pesquisador responsável deverão rubricar todas as folhas do TCLE apondo suas assinaturas na última página do referido Termo.

APÊNDICE B - Modelo da ficha empregada na avaliação sensorial das amostras de sorvete de morango

Nome: _____ Data: __/__/__

Sexo ()F ()M Email: _____

Idade: () <18 () 18-25 () 25-35 () 35-45 () >45

Telefone: _____ Escolaridade: _____

Você está recebendo cinco amostras de sorvete. Por favor, avalie cada amostra utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou de cada uma delas quanto aos seguintes atributos:

9- Gostei muitíssimo

8-Gostei muito

7-Gostei moderadamente

6- Gostei ligeiramente

5-Indiferente

4-Desgostei ligeiramente

3- Desgostei moderadamente

2- Desgostei muito

1-Desgostei muitíssimo

	Amostras				
Atributos					
Aparência					
Textura					
Aroma					
Sabor					
Aceitação Global					

Por favor, agora indique o grau de certeza com que você compraria ou não compraria cada amostra:

5-Certamente compraria

Amostras Intenção de compra

4-Provavelmente compraria

3-Talvez comprasse/Talvez não comprasse

2-Provavelmente não compraria

1- Certamente não compraria

Comentários

:

Obrigada pela participação!!!

ANEXOS

Anexo A- Submissão Plataforma Brasil.

The screenshot displays the 'Plataforma Brasil' web interface. At the top, there is a header with the 'Saúde Ministério da Saúde' logo and the 'Plataforma Brasil' logo. Navigation buttons for 'Público', 'Pesquisador', and 'Alterar Meus Dados' are visible. The user is logged in as 'Wellita Azevedo Silva - Pesquisador | V3.0' and the session expires in 36 minutes. The main content area is titled 'DETALHAR PROJETO DE PESQUISA' and shows the following details:

- Título da Pesquisa:** ELABORAÇÃO DE SORVETES COM REDUÇÃO DE GORDURAS A BASE DE SORO DE LEITE
- Pesquisador Responsável:** Wellita Azevedo Silva
- Área Temática:**
- Versão:** 1
- CAAE:**
- Submetido em:** 14/02/2016
- Instituição Proponente:**
- Situação da Versão do Projeto:** Em Recepção e Validação Documental
- Localização atual da Versão do Projeto:** Universidade Estadual da Paraíba - UEPB / Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa - PRPGP
- Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

A circular stamp with the text 'COORDENADOR' and 'PLATAFORMA BRASIL' is visible on the right side of the project details.