

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

FERNANDO JUNGES
GABRIELI BEATRIZ FERRONATTO

**GELADOS COMESTÍVEIS *LIGHT* E PROBIÓTICOS ADICIONADOS DE FARINHA
DE MANDIOCA COZIDA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2018

FERNANDO JUNGES
GABRIELI BEATRIZ FERRONATTO

**GELADOS COMESTÍVEIS *LIGHT* E PROBIÓTICOS ADICIONADOS DE FARINHA
DE MANDIOCA COZIDA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao
Curso Superior de Tecnologia em Alimentos da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTFPR como requisito parcial para obtenção do
título de Tecnólogo em alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Celeide Pereira
Co-orientadora : Prof^a. Dr^a Elciane Regina Zanatta

MEDIANEIRA
2018



TERMO DE APROVAÇÃO

GELADOS COMESTÍVEIS *LIGHT* E PROBIÓTICOS ADICIONADOS DE FARINHA DE MANDIOCA COZIDA

FERNANDO JUNGES
GABRIELI BEATRIZ FERRONATTO

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 15:50 horas do dia 27 de novembro de 2018 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.

Professor (a): Celeide Pereira
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Orientadora)

Professor (a): Elciane Regina Zanatta
UTFPR - Campus Medianeira
(Co-orientadora)

Professor (a): Valdemar Padilha Feltrin
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Convidado)

Professor (a): Carla A. P. Schmidt
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Convidada)

Professor (a): Marinês Paula Corso
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Convidada)

* A folha de aprovação assinada encontra-se na coordenação de curso.

AGRADECIMENTOS

Este momento da vida não seria possível sem a força, sabedoria e calma que Deus nos proporcionou neste período.

Agradecemos aos nossos pais, e irmãos por acreditarem e apostarem em nossa formação, sempre incentivando e apoiando sempre que precisávamos.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus de Medianeira, pela oportunidade concedida.

À Profa. Dra. Celeide Pereira, do Departamento Acadêmico de Alimentos, pelos conselhos e orientações que foram dados na realização e conclusão deste trabalho.

À Profa. Profa. Dra. Elciane Regina Zanatta do Departamento Acadêmico de Alimentos, pela orientação nas análises de secagem e co-orientação na conclusão deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Valdemar Padilha Feltrin do Departamento Acadêmico de Alimentos, pela orientação nas análises microbiológicas.

Às Profa. Dra. Marinês Paula Corso do Departamento Acadêmico de Alimentos e Profa. Dra. Carla Adriana Pizarro Schmidt do Departamento Acadêmico de Produção, pelas orientações nas análises sensoriais.

A todos os professores e técnicos dos cursos de Tecnologia em Alimentos e Engenharia de Alimentos, agradeço pelos ensinamentos ofertados no decorrer do curso de graduação.

Aos queridos colegas e amigos do Curso de Tecnologia em Alimentos, obrigada pela amizade, apoio e carinho.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Muito obrigado (a)!

FERNANDO JUNGES
GABRIELI BEATRIZ FERRONATTO

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota”. — Theodore Roosevelt

RESUMO

FERRONATTO, Gabrieli Beatriz; JUNGES, Fernando. **Gelados comestíveis *light* e probióticos adicionados de farinha de mandioca cozida**. 2018. 92 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

O interesse do mercado em desenvolver produtos funcionais e com fins nutritivos ao consumidor tem elevado o desenvolvimento de alimentos probióticos e *light*, que são formulados ou processados com modificações adequadas para atender a demanda crescente de consumo. Sorvetes são produtos elaborados basicamente com leite e/ou derivados lácteos e outras matérias-primas alimentares, apresentam um grande potencial como veículo de crescimento de micro-organismos probióticos. Os produtos protéicos de soro de leite têm sido incluídos nas formulações de sorvetes devido a sua contribuição favorável para as qualidades sensoriais e de textura do produto. Os edulcorantes são substâncias diferentes dos açúcares que conferem sabor doce ao alimento. A farinha de mandioca (*Manihot esculenta cranz*) possui altos teores de fibras celulósicas, o que a torna um interessante alimento funcional. Os modelos de secagem são utilizados para se estimar o tempo de secagem de diferentes produtos e na descrição das curvas de secagem. O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um sorvete funcional *light* com adição de bactérias probióticas, soro de queijo, concentrado proteico de soro, farinha de mandioca cozida, edulcorante sucralose/acessulfame-k e utilizar a cinética da secagem da mandioca para obter o modelo que melhor descreve os dados experimentais para a secagem da farinha de mandioca cozida, obtendo-se um produto com propriedades nutritivas, energéticas e funcionais. Foram desenvolvidas quatro formulações de sorvete, sendo uma padrão e formulações com 5, 10 e 20% de farinha de mandioca cozida. As formulações foram analisadas nos períodos de 0, 15 e 30 dias de estocagem, realizando análises microbiológicas, sensoriais, físico-químicas, reológicas e de colorimetria durante o período de estocagem. Todas as análises foram realizadas em triplicatas. Em relação às análises das bactérias probióticas *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* e *Bifidobacterium bifidum* os resultados obtidos apresentaram-se conforme a legislação vigente. Em relação às análises físico-químicas e microbiológicas, todas apresentaram em conformidade com a legislação. A análise sensorial da formulação padrão F4 apresentou melhor desempenho entre os julgadores, dentre as formulações que continham farinha de mandioca a formulação F1 com 5% obteve resultados próximos ao da formulação padrão, sendo que as formulações F2 e F3 com 10 e 20% farinha respectivamente, obtiveram aceitação inferior pelos julgadores.

Palavras-chave: secagem, sorvete, *Manihot esculenta cranz*, *light*, soro.

ABSTRACT

FERRONATTO, Gabrieli Beatriz; JUNGES, Fernando. **Edible ice cream *light* and *probiotics* added boiled cassava flour**. 2018. 92 p. Completion of course work. Federal Technological University of Paraná, Medianeira, 2018.

The market interest in developing functional products and nutritional purposes to the consumer has raised the food development probiotics and light that are formulated or processed with suitable modifications to meet the growing demand. Ice creams are products produced basically with milk and/or milk derivatives and other food raw materials, present a great potential as a growth vehicle of probiotic microorganisms. The whey protein products have been included in the ice-cream formulations because of your favorable contribution to the sensory qualities and texture of the product. Sweeteners are substances different from the sugars that give sweet taste to the food. The flour of cassava (*Manihot esculenta cranz*) possesses high levels of cellulosic fibres, which makes it an interesting functional food. Drying models are used to estimate the time of drying of different products and in the description of drying curves. The present study aimed to develop a functional light ice cream with addition of probiotic bacteria, cheese whey, whey protein concentrate, cassava flour, sweetener sucralose/acesulfame-k and use the drying kinetics of manioc for the model that best describes the experimental data for drying cassava meal cooked, thus obtaining a product with nutritional, energy and functional properties. Four ice cream formulations were developed, being a standard and formulations with 5, 10 and 20% cassava flour cooked. The formulations were tested during periods of 0, 15, 30 days of storage, performing microbiological, sensory, physical-chemical, drying of cassava, colorimetry and rheological properties during the period of storage. All analyses were carried out in repeated three times. With regard to the analyses of the probiotic bacteria *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* and *Bifidubacterium bifidum* the results were in line with current legislation. In relation to physical-chemical and microbiological analysis, all presented in accordance with the law. The sensory analysis of the standard formulation F4 presented best performance among the judges, one of the formulations containing cassava flour formulation F1 with 5% obtained results close to the standard formulation, the F2 and F3 formulations with 10 and 20% respectively, flour lower acceptance by judges.

Keywords: drying, ice cream, *Manihot esculenta cranz*, *light*, serum.

LISTA DE EQUAÇÕES

EQUAÇÃO 1: CÁLCULO PARA RAZÃO DE SECAGEM.....	20
EQUAÇÃO 2: CÁLCULO DA RAZÃO DE SECAGEM	35
EQUAÇÃO 3: CÁLCULO DE <i>OVERRUN</i>	38

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: CURVA DE SECAGEM DA MANDIOCA.....	20
FIGURA 2: IMAGENS DO PROCESSO DE OBTENÇÃO DE FARINHA, (A) MOSTRA A MANDIOCA APÓS A SECAGEM, (B) O MOINHO UTILIZADO PARA MOAGEM, E (C) A FARINHA JÁ PRONTA. ...	34
FIGURA 3: FLUXOGRAMA DO PREPARO DA FARINHA DE MANDIOCA COZIDA	34
FIGURA 4: FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PREPARO DO SORVETE	37
FIGURA 5: PESAGEM DA CALDA (ESQUERDA) E DO SORVETE (DIREITA)	38
FIGURA 6: AMOSTRA DE SORVETE UTILIZADA NA ANÁLISE DE DERRETIMENTO	39
FIGURA 7: GRÁFICOS DE SECAGEM AJUSTADOS PELO MODELO DE PAGE (1949)	42
FIGURA 8: GRÁFICOS DE SECAGEM AJUSTADOS PELO MODELO DE MIDILLI ET AL. (2002)....	42
FIGURA 9: GRÁFICOS DE SECAGEM AJUSTADOS PELO MODELO DE WANG E SING (1978)...	42
FIGURA 10: GRÁFICOS DAS TEMPERATURAS DE 50, 55 E 60°C COM APLICAÇÕES DOS TRÊS MODELOS ANALISADOS	43
FIGURA 11: CURVAS EXPERIMENTAIS DE SECAGEM DA MANDIOCA NAS TEMPERATURAS 50, 55 E 60°C.....	45
FIGURA 12: GRÁFICOS DE DERRETIMENTO DE 0, 15 E 30 DIAS	54
FIGURA 13: PROCESSO DA ANÁLISE DE DERRETIMENTO	55
FIGURA 14: PERCENTUAL DE PREFERÊNCIA DAS FORMULAÇÕES DESENVOLVIDAS.....	67
FIGURA 15: PERCENTUAIS DE FREQUÊNCIA DE ACEITAÇÃO DOS JULGADORES POR MEIO DA ESCALA DO IDEAL, NOS ATRIBUTOS (A) APARÊNCIA, (B) TEXTURA, (C) DOÇURA, (D) COR, (E) SABOR E (F) COSISTÊNCIA.....	68
FIGURA 16: GRÁFICO REPRESENTANDO OS RESULTADOS PERCENTUAIS DE FREQUÊNCIA DE ACEITAÇÃO DOS JULGADORES POR MEIO DA ESCALA HEDÔNICA	69
FIGURA 17: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS RESULTADOS DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS DO PERFIL SENSORIAL DAS FORMULAÇÕES DE SORVETE	70

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS POR 100 GRAMAS DE PARTE COMESTÍVEL.....	18
TABELA 2: MODELOS MATEMÁTICOS UTILIZADOS PARA PREDIZER O FENÔMENO DE SECAGEM DA FARINHA DE MANDIOCA COZIDA.	35
TABELA 3: PORCENTAGEM DOS INGREDIENTES UTILIZADOS NAS FORMULAÇÕES F1, F2, F3 E F4 (PADRÃO) DOS SORVETES.....	36
TABELA 4: PARÂMETROS DOS MODELOS PAGE (1949), MIDILLI ET AL. (2002) E WANG E (1978), APRESENTANDO, COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R^2) E DESVIO QUADRÁTICO MÉDIO (DQM) DA SECAGEM DA FARINHA DE MANDIOCA COZIDA, NAS TEMPERATURAS DE 50, 55 E 60°C.....	44
TABELA 5: RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO SORO	45
TABELA 6: RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DO SORO.....	47
TABELA 7: RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS REALIZADAS NOS TEMPOS 0, 15 E 30 DIAS.....	48
TABELA 8: PESAGENS DA MISTURA BASE, SORVETE E VALORES MÉDIOS DE <i>OVERRUN</i>	52
TABELA 9: RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DAS FORMULAÇÕES F1, F2, F3, F4 (PADRÃO), NOS TEMPOS 0, 15 E 30 DIAS.....	58
TABELA 10: RESULTADOS DAS CONTAGENS DAS BACTÉRIAS LÁCTICAS E PROBIÓTICAS DAS FORMULAÇÕES F1, F2, F3, F4 (PADRÃO) NOS TEMPOS 0, 15 E 30 DIAS.....	59
TABELA 11: RESULTADOS DAS ANÁLISES DE COLORIMETRIA NOS TEMPOS 0, 15, 30 DIAS. ...	62
TABELA 12: RESULTADOS (MÉDIA \pm DESVIO PADRÃO) OBTIDOS NA ANÁLISE SENSORIAL. ...	64

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 MANDIOCA	17
3.2 INFORMAÇÃO NUTRICIONAL DA MANDIOCA.....	18
3.3 SECAGEM.....	18
3.4 CINÉTICA DE SECAGEM	20
3.5 MODELAGEM MATEMÁTICA.....	21
3.6 EDULCORANTE.....	22
3.7 SORO DE QUEIJO	24
3.8 CONCENTRADO PROTEICO DO SORO (CPS)	25
3.9 PROBIÓTICOS.....	26
3.9.1 Gênero <i>Lactobacillus</i>	28
3.9.2 Espécie <i>Lactobacillus paracasei</i>	29
3.10 <i>LIGHT</i>	30
3.11 SORVETE	31
4. MATERIAIS E MÉTODOS	33
4.1 MATERIAL.....	33
4.2 MÉTODOS.....	33
4.2.1 Obtenção da Farinha de Mandioca Cozida.....	33
4.2.2 Modelagem Matemática da Farinha de Mandioca	35
4.2.3 Preparo do Inocúlo.....	35

4.2.4	Análises Físico-Químicas da Matéria Prima.....	36
4.2.5	Fabricação do Sorvete	36
4.2.6	Análises Físico-Químicas do Sorvete.....	37
4.2.7	Análises Microbiológicas do Sorvete.....	39
4.2.8	Análise de Colorimetria	40
4.2.9	Análise Sensorial	40
4.2.10	Análises Estatísticas	41
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
5.1	SECAGEM DA MANDIOCA.....	42
5.2	ANÁLISES DO SORO	45
5.2.1	Análises Físico-Químicas do Soro	45
5.2.2	Análises Microbiológicas do Soro	46
5.3	ANÁLISES DO SORVETE.....	48
5.3.1	Análises Físico-Químicas do Sorvete	48
5.3.2	Análises Microbiológicas do Sorvete.....	58
5.3.3	Análise de Colorimetria	62
5.3.4	Análise Sensorial	64
6.	CONCLUSÃO.....	71
7.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	72
	REFERÊNCIAS.....	73
	APÊNDICES	87
	APÊNDICE A - Termo de aprovação do Comité de Ética e Pesquisa	88
	APÊNDICE B - Termo de consentimento livre e esclarecido.....	90
	APÊNDICE C - Ficha da análise sensorial.....	92

1. INTRODUÇÃO

Atualmente os consumidores estão de olho em produtos que evitem o uso excessivo de açúcares e que possam aumentar a possibilidade de doenças, além da expectativa de melhorar qualidade de vida, e com isso temos a competição entre o desenvolvimento de produtos que atendam essas demandas (SIRÓ et al., 2008). Os diversos estudos sobre o consumo de fibras alimentares possuem um grande papel em muitos processos fisiológicos e na prevenção de algumas doenças, além de atuar na melhora dos níveis de lipídeos séricos, reduzir a pressão arterial, e atuar no melhoramento do sistema imunológico, atuando na inovação no desenvolvimento de sorvetes e que atendam as demandas do mercado (BERNAUD; RODRIGUES, 2013).

A mandioca é um alimento básico da população brasileira, devido seu baixo custo, e seu público ser de baixa renda, além disso, a indústria de beneficiamento do tubérculo tem produzido diferentes produtos, dentre eles estão a mandioca minimamente processada, mandioca pré-cozida e congelada, mandioca chips, farinhas, farofas, fécula, polvilho azedo, sagu, até produtos de maior valor agregado como os amidos modificados, com diversas aplicações industriais (FERNANDES, 2016). Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2015) a produção mundial de mandioca tem crescido, com aumento na produção de 2,8% em 2013 em relação ao ano de 2012.

A utilização dos edulcorantes representa uma alternativa para melhorar a palatabilidade de alguns produtos em relação ao dulçor dos sorvetes, os edulcorantes tornam-se uma alternativa viável, pois são substâncias diferentes dos açúcares que conferem sabor doce ao alimento, resolução MERCOSUR / GMC nº 83/93. A sucralose é um adoçante não calórico e possui alto poder adoçante (GRICE; GOLDSMITH, 2000). Ela é 600 vezes mais doce que a sacarose, sendo que sua doçura pode variar de 400 a 800 vezes em relação á da sacarose e duas vezes a da sacarina (CÂNDIDO; CAMPOS, 2000). O acesulfame-k é um sal de potássio do 6-metil-1,2,3-oxatiazina-4-ona-2,2-dióxido, trata-se de edulcorante não calórico, sendo aproximadamente 200 vezes mais doce que a sacarose, e não apresenta gosto residual (MENDONÇA et al., 2005).

O soro é um líquido resultante da separação das caseínas e da gordura do leite no processo de elaboração do queijo. Atualmente o conhecimento da sua composição e os avanços tecnológicos tornou-o uma fonte importante de componentes lácteos de grande valor para a indústria alimentícia e farmacêutica (ORDÓÑEZ et al., 2005). O soro é composto basicamente de 94% a 95% de água, 3,8% a 4,2% de lactose, 0,8% a 1,0% de proteínas e 0,7% a 0,8% de minerais. É um subproduto de relevante importância na indústria de laticínios, tendo em vista o volume produzido e sua composição nutricional (HUFFMAN, 1996).

Os concentrados protéicos de soro (CPS) de leite têm sido incluídos nas formulações de sorvetes devido a sua contribuição favorável para as qualidades sensoriais e de textura do produto, sendo ainda fonte alternativa de sólidos não gordurosos do leite (SNGL) de mais baixo custo (PARSONS; DYBING; CODER, 1985; TIRUMALESHA; JAYAPRAKASHA, 1998). As excelentes propriedades funcionais, nutricionais e seu considerável potencial para mistura com vários produtos alimentícios, tem viabilizado a aplicação do CPS em diversos produtos nas indústrias de laticínios, como por exemplo, iogurtes, bebidas lácteas, cremes, queijos, além de sorvetes (HUFFMAN, 1996; JAYAPRAKASHA; BRUECKENER, 1999; VOORBERGEN; ZWANENBERG, 2002).

Os probióticos são descritos como microrganismos vivos que quando administrados em quantidade adequada conferem benefícios aos seus consumidores (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO; WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO, 2001).

A quantidade mínima viável de probióticos deve estar situada na faixa de 10^8 a 10^9 unidades formadoras de colônias (UFC) na recomendação diária do produto pronto para consumo, conforme indicação do fabricante (BRASIL, 2008). A quantidade mínima diária de microrganismos probióticos viáveis que devem ser ingeridos para efeitos terapêuticos é de 100 gramas (BRASIL, 2002). As espécies mais utilizadas para a obtenção de produtos probióticos com alegação de propriedades funcionais são os lactobacilos e bifidobacterias (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011).

A utilização do método de secagem, oferece produtos de elevada qualidade. Devido à ausência de água líquida, a estrutura porosa do material seco facilita a rápida reidratação, a retenção de componentes aromáticos voláteis é favorecida e as reações gradativas são minimizadas (RATTI, 2001; GEORGE e DATTA, 2002).

Mundialmente, o sorvete é um produto de boa aceitação sensorial. No Brasil, o sorvete é um dos derivados lácteos mais apreciados pela população em geral, a melhora do poder aquisitivo da população brasileira aumentou muito a demanda pelo seu consumo, tornando-se uma ótima perspectiva para seu crescimento comercial. De 2003 a 2013, o consumo de sorvetes no Brasil passou dos 685 milhões de litros para 1,244 bilhões de litros, um aumento de 86,1% (DAROIT, 2014).

Considerado um alimento completo, de alto valor do ponto de vista nutricional, rico em vitaminas A, B1, B2, B6, C, D, E e K, cálcio, fósforo e outros minerais, o sorvete é também uma alternativa para o aproveitamento de subprodutos da indústria láctea como o soro de leite e seus derivados, por serem nutritivos e de baixo custo.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um sorvete funcional *light* com adição de bactérias probióticas, soro de queijo, concentrado proteico de soro, farinha de mandioca cozida, edulcorante sucralose/acessulfame-k e utilizar a cinética da secagem para predizer o modelo que melhor descreve os dados experimentais para a secagem da mandioca cozida, obtendo-se um produto com propriedades nutritivas, energéticas e funcionais, obtendo uma alternativa tecnológica viável.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um sorvete *light* e probiótico com adição de farinha de mandioca cozida, tornando o produto um alimento energético e nutritivo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Realizar a secagem da mandioca (*Manihot esculenta crantz*) cozida;
- b) Avaliar a cinética de secagem da mandioca;
- c) Desenvolver gelado comestível;
- d) Avaliar as qualidades microbiológicas e físico-químicas do produto;
- e) Analisar a presença e quantidade das bactérias probióticas e lácticas;
- f) Realizar análises instrumentais, de colorimetria; *overrun*, índice de derretimento e análise sensorial.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 MANDIOCA

A mandioca (*Manihot esculenta crantz*) é uma planta originária do Brasil, cultivada em todo território nacional, é uma das culturas mais exploradas no mundo com cerca de 170 milhões de toneladas (VILPOUX, 2011).

A planta da mandioca é um arbusto que varia de tamanho, entre 1 e 5 metros de altura. As cultivares se agrupam segundo seu tamanho, em baixas, quando a planta alcança até 1,50 metros de altura ; intermediárias, permanecendo entre 1,50 e 2,50 metros e, altas quando são maiores do que 2,50 metros (MONTALDO, 1985, apud MAIEVES, 2010).

A farinha de mandioca possui altos teores de fibras celulósicas, o que a torna um interessante alimento funcional. Corrêa (2000) verificou que as fibras alimentares influenciam o volume e o peso da excreção fecal, o tempo de trânsito intestinal, a taxa de esvaziamento do estômago e a frequência de defecção.

As recomendações atuais de ingestão de fibra alimentar na dieta variam de acordo com a idade, sexo e consumo energético, sendo a recomendação adequada em torno de 14 g de fibra para cada 1.000 kcal ingeridas (IOM, 2005). O regulamento técnico referente à informação nutricional, RDC N° 54, DE 12 de novembro de 2012 da ANVISA, considera que um alimento pode ser fonte de fibra alimentar quando apresentar no mínimo 3 g de fibra em 100 g de produto (BRASIL, 2012).

O amido é um dos principais constituintes da mandioca, representa 70 a 80%, sendo uma excelente fonte de energia, onde o amido é composto por dois polímeros: a amilose e amilopectina, e possui uma visão tecnológica na indústria por possuir capacidades como: espessante, estabilizante, agente gelificante, volume e capacidade de retenção de água (DENARDIN; SILVA, 2009).

Segundo Cereda (2001), a mandioca é uma cultura amplamente difundida por todo território nacional. Sua utilização, entretanto, é feita em duas opções, sendo uma direta, em consumo culinário ou de “mesa”, e a industrial, pelo qual se processa a farinha de mandioca.

3.2 INFORMAÇÃO NUTRICIONAL DA MANDIOCA

O amido de mandioca tem conteúdo de hidratos de carbono em sua composição, cerca de 40% maior do que o arroz e 25% a mais do que o milho, fazendo com que a mandioca seja a fonte mais barata de calorias para a nutrição humana, a farinha de mandioca *in-natura* tem nutricionalmente alto teor de fibra alimentar total, com média de 15% de fibra, 75% de amido, 1,6% de cinzas, 2% de proteína, 1% de açúcar e 0,8% de lipídios (FIORDA, 2011).

As raízes de mandioca são uma fonte de energia, tendo em sua composição 92,5% de carboidratos, principalmente amido, gerando cerca de 1500 kcal/kg, possui vitaminas do complexo B na sua composição, além de ajudar no caráter nutricional na alimentação humana (CAMARGO; LEONEL; MISCHAN, 2008).

A Tabela 1 demonstra os valores nutricionais da farinha de mandioca crua e da mandioca cozida (TACO, 2011).

Tabela 1: Composição de alimentos por 100 gramas de parte comestível

Número do Alimento	121	129
Descrição do Alimento	Farinha, de mandioca, crua	Mandioca cozida
Umidade (%)	9,4	68,7
Calorias (Kcal)	361	125
Energia (KJ)	1510	524
Proteína (g)	1,6	0,6
Lipídios (g)	0,3	0,3
Colesterol (mg)	NA	NA
Carboidratos (g)	87,9	30,1
Fibra Alimentar (g)	6,4	1,6
Cinzas (g)	0,9	0,4
Cálcio (mg)	65	19
Magnésio (mg)	37	27

NA- Não Avaliado
Fonte: Taco, (2011).

3.3 SECAGEM

A secagem é uma operação de aplicação de calor sob condições controladas para remover a maior parte de água livre presente no material por evaporação. Assim que a secagem ocorre, é necessário que o sistema ou o meio de secagem esteja a uma temperatura mais elevada do que a do sólido úmido, permitindo a

existência de um fluxo de calor que possibilitará a vaporização da umidade (BROOKER et al., 2004).

A secagem ao ar envolve a transferência de calor, massa e quantidade de movimento, pois o ar seco e aquecido que alimenta o secador é responsável por aquecer o produto e remover a água livre do mesmo. Quando a resistência à transferência do vapor de água na superfície do produto para o ar é pequena, a difusão da água no interior do material controla a taxa de secagem (PARK; COLATO; OLIVEIRA, 2007).

Não há uma única teoria de secagem aplicável a todos os tipos de materiais de forma indiscriminada, em função da existência de grande variedade de produtos que são submetidos à secagem, visto que o formato, características, origem e condições de operação são diferentes. O comportamento da secagem de sólidos porosos e não porosos, por exemplo, difere no mecanismo de migração da umidade tanto no interior do sólido quanto para o ar em contato com a superfície (MCCABE; SMITH; HARRIOT, 1993).

O comportamento geral de um sólido submetido à secagem, sob temperatura e umidade fixas, tende a seguir um padrão. No início do processo, a temperatura do sólido em contato com o ar de aquecimento prontamente tende a ajustar-se, atingindo o equilíbrio térmico, o equilíbrio térmico é atingido com a alteração tanto da temperatura do sólido quanto da taxa de secagem. A temperatura da superfície e do interior do sólido molhado passa a ser a temperatura de bulbo úmido do gás de aquecimento (FOUST et al., 1980).

Os fornos de secagem são utilizados para maçãs, maltes e, às vezes, batata. Eles consistem de dois pisos e o produto a ser desidratado é colocado na parte superior, que entra em contato com o ar aquecido pelo calor produzido no primeiro piso pelo forno estufa ou outra fonte de calor. O ar aquecido passa através do produto pelo fluxo natural ou forçada por meio de um soprador ou ventilador. Para reduzir o tempo de secagem, o material deve estar em agitação contínua, mesmo assim o tempo de secagem é relativamente longo (KEEY, 1980).

Os secadores podem ser divididos, aproximadamente em dois grupos principais, dependendo da forma como o calor é transferido para o sólido. Aqueles que expõem o produto diretamente ao ar quente são denominados secadores diretos ou adiabáticos. Por outro lado, aqueles nos quais o sólido é seco indiretamente, através do contato com superfície mantida aquecida por vapor de

água, são conhecidos como secadores indiretos ou não adiabáticos (MCCABE; SMITH; HARRIOTT, 1998).

3.4 CINÉTICA DE SECAGEM

Os valores obtidos referentes a um processo de secagem são expressos em função da massa total do material úmido e o tempo de que leva para finalizar o processo de secagem. O teor de umidade inicial de um sólido é expresso em função de sua massa seca X_{bs} (kg água/kg sólido seco), m_{total} é a massa total da amostra (kg), m_{ss} é a massa de sólido seco (Equação 1). O cálculo da razão de secagem demonstra a razão entre o teor de água presente no material e a massa de sólidos secos (CUI; XU; SUN, 2004).

Um modelo matemático que descreve a cinética de secagem é normalmente expresso em função da massa total do material úmido e do tempo de duração do processo. O problema no processo de modelagem é que o mecanismo responsável pela taxa total de transferência de massa, não é constante durante a etapa de secagem (CUI; XU; SUN, 2004).

$$X_{bs} = \frac{m_{total} - m_{ss}}{m_{ss}} \quad (1)$$

Em que:

m_{total} : massa total da amostra

m_{ss} : massa de sólido seco (kg).

Na Figura 1 é apresentada a variação da umidade em base seca (X_{bs}), em função do tempo de secagem.

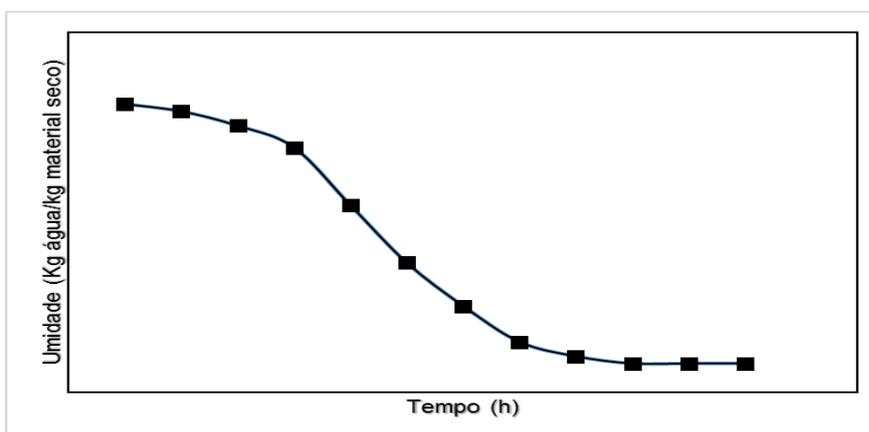


Figura 1: Curva de secagem da mandioca
Fonte: Geankoplis, (1993).

Essa curva (Figura 1) mostra o quanto o sólido perde de umidade por evaporação da superfície no começo do processo e no final por evaporação da umidade no seu interior.

3.5 MODELAGEM MATEMÁTICA

A modelagem é uma importante ferramenta de análise disponível para projeto e operação de processos ou sistemas. Esta pode ser útil em qualquer uma das fases do ciclo de vida de um sistema da produção, simulando processos como experimentos de sistemas ou fenômenos físicos, através de modelos matemáticos que representam características observadas em sistemas reais possibilitando avaliar formas de otimizar a operação (PAIVA, 2005).

A utilização de modelos matemáticos que consideram as características do sistema de transferência de massa em alimentos é uma ferramenta cada vez mais explorada pelos pesquisadores, sendo de grande utilidade para o cálculo do desenvolvimento eficiente de cada análise, tendo em vista a melhoria no processamento, redução de perdas e aumento da qualidade do produto final (DANTAS; MATA; DUARTE, 2011).

Segundo Andrade, Borém e Haridoim (2003), os modelos matemáticos são instrumentos bastante utilizados na estimativa do tempo necessário para que ocorra a redução do teor de água do produto, sob diferentes condições de secagem, contribuindo para as tomadas de decisões e para a melhoria da eficiência no processo. Além disso, essas ferramentas são importantes para o correto dimensionamento dos equipamentos. O ajuste de diferentes modelos aos dados experimentais é de indispensável importância e a escolha do sistema mais adequado de secagem deve levar em consideração diversos fatores como tempo, energia e propriedades do produto (PARK et al., 2001).

Segundo Midilli, Kucuk e Yapar et al. (2002), existem três tipos de modelos de secagem em camada delgada que visam descrever a cinética de secagem de produtos agrícolas. O modelo teórico, que considera apenas a resistência interna, a transferência de calor e a água entre o produto e o ar quente; os modelos semi teóricos e os empíricos, que consideram somente a resistência interna, a temperatura e a umidade relativa do ar de secagem.

Estes modelos são utilizados para estimar o tempo de secagem de diferentes produtos e na descrição das curvas de secagem. As curvas de secagem em camada delgada variam com a espécie, variedade, condições ambientais, métodos de preparo pós-colheita, entre outros fatores (MIDILLI; KUCUK; YAPAR, 2002).

3.6 EDULCORANTE

O termo edulcorante teve sua primeira definição através do Decreto n. 55.871 de 20/03/1965 definido como “qualquer substância orgânica, não glicídica, com a capacidade de conferir sabor doce aos alimentos” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS, 1989). Com o passar dos anos, a legislação foi modificada e em 1988 a Portaria n° 25 da Secretaria Nacional da Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde conferiu a nomenclatura de adoçante dietético a todos os produtos á base de edulcorantes com ou sem adição de sacarose (BRASIL, 1988).

De acordo com a definição da Portaria 540/97 da Secretária da Vigilância Sanitária, edulcorantes são substâncias diferentes dos açúcares que conferem sabor doce ao alimento (BRASIL, 1997). Os limites de segurança de cada adoçante são definidos pelo Joint Expert Committee of Food Additions (JECFA), da Organização Mundial da Saúde, e pela Food and Agricultural Organization (FAO), das Nações Unidas. Estes limites são definidos em termos de Ingestão Diária Admissível - IDA, medida em 15 mg/kg de peso corporal. Estes limites são estabelecidos a partir do NOEL (No Effect Level), determinados em estudos sobre animais. O NOEL corresponde á quantidade de um determinado aditivo que pode ser ingerida todos os dias por um animal sem causar nenhum dano detectável. Essa quantidade é então dividida por um fator de segurança, normalmente 100, sendo o resultado dessa operação definida como a IDA para humanos.

Com os altos índices de obesidade da população, as pessoas em diversos países buscam por produtos alimentares com baixos teores de gorduras, calorias e açúcares. Para atender a expectativa da população mundial que procuram nos gelados comestíveis baixas calorias e a mesma qualidade encontrada nos produtos convencionais com altos índices de gordura, como sabor e textura adequados, ausência de colesterol e baixo teor de gordura, nos dias de hoje, surgiram produtos que apresentam baixíssimo teor de lipídeos, que possuem, em seu lugar, outros compostos com propriedades semelhantes aos dos lipídeos (CANDIDO, 1996).

A utilização de edulcorantes é uma alternativa para melhorar o sabor de certos produtos. Na composição de gelado *diet* quando se adiciona edulcorantes, destina-se a reduzir o teor de açúcar, o que provoca uma redução da sacarose. Existem muitos tipos de edulcorantes aprovados para uso, incluindo sucralose /acesulfame-k (UMBELINO, 2005).

A sucralose é um adoçante não calórico e possui alto poder adoçante (GRICE; GOLDSMITH, 2000). Ela é 600 vezes mais doce que a sacarose, sendo que sua doçura pode variar de 400 a 800 vezes em relação á da sacarose e duas vezes a da sacarina. Os valores de doçura relativa para a sucralose, dependem do pH, temperatura e concentração. O perfil tempo-intensidade é de elevada qualidade e muito semelhante ao da sacarose e aspartame. A doçura é de percepção rápida persistindo por um período ligeiramente maior do que a sacarose. Não possui residual amargo ou metálico. Possui alta solubilidade em água, alta estabilidade térmica, em meio aquoso e ácido e ao armazenamento. É quimicamente inerte, não é cariogênico e é um edulcorante não calórico podendo ser ingerido por diabéticos (CÂNDIDO, 1996).

O acessulfame-k é um sal de potássio do 6-metil-1,2,3-oxatiazina-4-ona-2,2-dióxido, trata-se de edulcorante não calórico, sendo aproximadamente 200 vezes mais doce que a sacarose, e não apresenta gosto residual. Sua toxicidade e carcinogenicidade na reprodução foram estudadas por longo prazo, onde ficou demonstrado que o acessulfame-k é um edulcorante seguro com alto poder adoçante, não sendo metabolizado pelo organismo (MENDONÇA et al., 2005).

Os adoçantes podem participar de formulações de alimentos e bebidas, com melhoria na qualidade adoçante e evitar problemas de instabilidade. Além disso, algumas propriedades sensoriais de alguns adoçantes sintéticos são conhecidas e tem seu uso limitado em bebidas de baixa caloria, no entanto, a combinação de diferentes adoçantes pode superar estas limitações. Quando dois adoçantes são misturados, a intensidade do dulçor da mistura pode ser igual (cumulativo), maior (sinergismo) ou menor (supressão) do que quando se usa o adoçante sozinho (HUTTEAU et al., 1998).

A utilização de edulcorantes em alimentos está condicionada à aprovação e autorização de órgãos como o JECFA (Joint FAO/ WHO Expert Committee on Food Additives), um comitê formado pela FAO e OMS, responsável pela elaboração de normas que garantam que as quantidades de aditivos empregadas em um produto

são inócuas e que sua utilização está justificada por necessidades tecnológicas e de comercialização (UMBELINO, 2005).

3.7 SORO DE QUEIJO

Os consumidores exigem renovação constante no mercado de sorvetes, para que novas ofertas e variações de opções sejam oferecidos pelos comerciantes na área de gelados comestíveis. Devido à queda brusca na comercialização de sorvetes no inverno, os fabricantes de sorvete estão investindo em produtos nutritivos e inovadores (MALANDRIN; PAISANO; COSTA, 2001).

À substituição de partes da gordura por hidratos de carbono ou até mesmo proteína modificada nas propriedades físicas em gelados comestíveis. A gordura e os sólidos na fase aquosa ajudam a promover a estabilidade da emulsão durante a mistura permitindo a desestabilização da gordura durante o congelamento de sorvetes. Com a substituição de gordura, o equilíbrio é alterado, o que afeta as propriedades de fusão e batimento. A proteína do soro tem o papel de desempenhar a estabilidade da emulsão tornando-se uma alternativa de substituição da gordura (SCHMIDT et al., 1993).

É um líquido obtido por separação das caseínas e gordura, antigamente, o soro era visto como um líquido residual inutilizável, ou destinado à alimentação animal. O conhecimento da sua composição e avanços tecnológicos aumentaram o seu valor de mercado tornando um produto de grande valor na indústria de alimentos. O soro é essencialmente água 94 - 95%, 3,8 - 4,2% de lactose, proteína de 0,8 a 1% e 0,7 0,8% de minerais. O componente mais valioso do soro são as proteínas, de reduzida concentração nesse líquido; e, para realçar suas propriedades funcionais, como solubilidade, emulsificação e formação de espuma, várias pesquisas demonstram estudos satisfatórios do Soro de leite (também conhecido como "proteína de soro") para a suas características fisiológicas e funcionais e as suas vantagens sobre outras proteínas (PEREIRA, 2014).

Segundo Soler (2001) os sólidos não gordurosos do leite têm efeitos funcionais importantes como:

- a) Eliminar parte do sabor gorduroso e realçar certos sabores;
- b) Dar características de corpo e textura;

As proteínas do soro ajudam a deixar o sorvete mais compacto e macio, prevenindo a formação de um “corpo frágil” e textura áspera, também aumentando a viscosidade e a resistência ao derretimento (SOLER; VEIGA, 2001).

3.8 CONCENTRADO PROTEICO DO SORO (CPS)

Devido às boas propriedades funcionais das proteínas do soro, os CPS são amplamente utilizados na indústria alimentícia. Assim, por sua capacidade espumante, são empregados em confeitaria, como substitutos da clara de ovo na elaboração de cremes e merengues; por sua boa capacidade emulsificantes, são empregados na indústria cárnea, sobretudo na elaboração de embutidos cozidos, substitutos de proteínas da carne. Ao mesmo tempo, se estiverem desnaturados, as proteínas do soro apresentam grande solubilidade e, por isso podem ser incorporadas a bebidas, como aquelas destinadas aos esportistas, e, sobretudo, a leites infantis, com prévia desmineralização. Na indústria láctea, podem ser incorporados a iogurtes para enriquecer seu conteúdo proteico, em sorvetes para melhorar a textura, e na elaboração de queijos pelo procedimento Centri-Whey, que implica na incorporação dessas proteínas ao leite destinado à elaboração de queijos, com o consequente enriquecimento protéico (ORDÓÑEZ, 2005).

Os Concentrados protéicos de soro (CPS) podem variar sua composição de proteínas de 34% a 80%, quando os CPS contêm em torno de 53% de proteína terão em média 35% lactose, 5% de gordura e 7% de cinzas, e quando a concentração de proteínas aumenta para 80%, o conteúdo de lactose decresce ficando em média 7%, gordura e cinzas entre 4% e 7% diminuindo gradativamente à medida que aumentam as lavagens com água durante o processo de filtração (ANTUNES, 2003; PACHECO et al., 2005).

Os processos mais citados para obtenção do CPS são ultrafiltração (mais utilizado industrialmente), filtração em gel, precipitação com polifosfatos (ANTUNES, 2003). Os CPS são reconhecidamente seguros para aplicações em produtos alimentícios e não existem padrões de restrição de identidade (MORR; FOEGEDING, 1990).

Os produtos protéicos de soro de leite têm sido incluídos nas formulações de sorvetes devido a sua contribuição favorável para as qualidades sensoriais e de

textura do produto e ainda fonte alternativa de SNGL de mais baixo custo (PARSONS; DYBING; CODER, 1985; TIRUMALESHA; JAYAPRAKASHA, 1998).

As excelentes propriedades funcionais, nutricionais e seu considerável potencial para mistura com vários produtos alimentícios, tem viabilizado a aplicação do CPS em diversos produtos nas indústrias de laticínios, como por exemplo, iogurtes, bebidas lácteas, cremes, queijos, além de sorvetes (HUFFMAN, 1996; JAYAPRAKASHA; BRUECKENER, 1999; LEE; WHITE, 1991; VOORBERGEN; ZWANENBERG, 2002).

3.9 PROBIÓTICOS

A palavra probiótico deriva do grego e significa “para a vida”, termo e definição de origem nos anos 90, sendo que o interesse por microrganismos potencialmente benéficos a saúde é de tempos remotos (SILVA, 2007).

Segundo Carli (2006), o uso de organismos probióticos surgiu no Oriente Médio, onde médicos prescreviam que iogurtes e outros fermentados serviam de terapia para infecções do trato gastrointestinal e também como estimulante para o apetite. Os probióticos são descritos como microrganismos vivos que quando administrados em quantidade adequada conferem benefícios aos seus consumidores (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO; WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO, 2001).

Para a agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2002), probióticos são definidos como microrganismos vivos capazes de melhorar o equilíbrio microbiano intestinal, produzindo efeitos benéficos à saúde do indivíduo. A quantidade mínima viável de probióticos deve estar situada na faixa de 10^8 a 10^9 unidades formadoras de colônias (UFC) na recomendação diária do produto pronto para consumo, conforme indicação do fabricante (BRASIL, 2008).

A quantidade mínima diária de microrganismos probióticos viáveis que devem ser ingeridos para efeitos terapêuticos é de 100 gramas (BRASIL, 2002). Os probióticos fazem parte dos chamados alimentos funcionais, cujo público alvo é a mucosa intestinal e sua microbiota, estando inclusos neste grupo sobremesas a base de leite, leites fermentados, leite em pó, sorvetes, iogurte e diversos tipos de queijos, além de produtos na fórmula de cápsulas ou produtos em pó para serem

dissolvidos e bebidas frias, sucos fortificados, alimentos de origem vegetal fermentado e maionese (CAPRILES; SILVA; FISBERG, 2005; SAAD, 2006).

As espécies mais utilizadas para a obtenção de produtos probióticos com alegação de propriedades funcionais são os lactobacilos e bifidobacterias (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011).

No Brasil, a ANVISA considera como probióticos os microrganismos *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei shirota*, *Lactobacillus casei* variedade *rhamnosus*, *Lactobacillus casei* variedade *defensis*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactococcus lactis*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium animalis* (incluindo a subespécie *B. lactis*), *Bifidobacterium longum* e *Enterococcus faecium*. O *Lactobacillus delbrueckii* (subespécie *bulgaricus*) e *Streptococcus salivarius* (subespécie *thermophilus*) foram retirados da lista tendo em vista que além de serem espécies necessárias para produção de iogurte, não possuem efeito probiótico cientificamente comprovado (BRASIL, 2008).

Segundo a FOOD INGREDIENTS BRASIL (2011), o *Lactobacillus* foi isolado pela primeira vez a partir das fezes de lactentes amamentados ao peito materno, recebendo o nome de *Bacillus acidophilus*. Esses microrganismos são caracterizados como gram-positivos incapazes de formar esporos, desprovidos de flagelos, possuindo forma bacilar, e aerotolerantes ou anaeróbios. O gênero compreende 56 espécies reconhecidas.

Já as bifidobactérias foram isoladas pela primeira vez no final do século XIX, sendo, em geral, caracterizadas por serem microrganismos gram-positivos, não formadores de esporos, desprovidos de flagelos, catalase negativo. O gênero *Bifidobacterium* inclui 30 espécies (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011).

O consumidor em geral conhece mais os probióticos não pelas suas definições científicas, mas como parte de alimentos segundo a definição dada pela EU Expert Group on Functional Foods in Europe (FUFOSE), que os descreve como sendo “preparações viáveis em alimentos ou suplementos dietéticos que melhoram a saúde de humanos e animais”. Preparações farmacêuticas que contem microrganismos vivos encapsulados e que são usados para a restauração da população gastrointestinal, após ou durante o tratamento antibiótico, também foram por muitos anos conhecidos como “bioterpêuticos” (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011).

3.9.1 Gênero *Lactobacillus*

Com mais de 100 espécies e subespécies, o gênero *Lactobacillus* representa o maior grupo dentro da família Lactobacillaceae. Atualmente, a ANVISA, reconhece apenas a funcionalidade das espécies *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* e *Lactobacillus paracasei* do gênero *Lactobacillus* (BRASIL, 2008), embora estudos contemporâneos sugeriram que outras espécies pertencentes ao *Lactobacillus johnsonii* (ALAMPRESE et al., 2002), igualmente apresentem potencial probiótico.

Espécies deste gênero podem ser homofermentativas, produzindo mais de 85% de ácido láctico a partir da glicose, ou heterofermentativas, produzindo ácido láctico, CO₂, etanol e/ou ácido acético. Requerem aminoácidos, peptídeos, ácidos graxos, derivativos de ácidos nucleicos, vitaminas, sais e carboidratos fermentáveis para o crescimento. A maioria cresce melhor em condições anaeróbias ou microaerófilas. A temperatura ótima de crescimento é de 27 °C a 40 °C e o crescimento a 15 °C a 45 °C varia entre as espécies. São acidúricos, crescendo em pH 4,5 e não em 9,0 (BERGEY; HOLT, 1994; SILVA et al., 2007).

O gênero *Lactobacillus* é muito utilizado na fermentação de alimentos, principalmente na indústria láctea. Esses microrganismos possuem necessidades nutricionais complexas e são encontradas em vários habitats, intestino delgado e mucosas de seres humanos e animais, materiais de origem vegetal e silagem, bem como em leites fermentados e alimentos em deterioração. Devido às suas potenciais propriedades terapêuticas e profiláticas, espécies de *Lactobacillus* foram também propostas como probióticos (DE VRESE; SCHREZENMEIR, 2008; BENDALI et al., 2011).

Tuo et al. (2013) demonstraram que linhagens de *Lactobacillus rhamnosus* possuíam a capacidade de sobreviver às condições gastrointestinais simuladas, aderir a células Caco-2 (células do adenocarcinoma de cólon humano) e inibir agentes patogênicos entéricos concluindo que as cepas de *Lactobacillus rhamnosus* estudadas mostraram potencial para a utilização como probiótico aplicado a seres humanos. Lactobacilos probióticos são considerados microrganismos GRAS (Geralmente Reconhecidos como Seguros). No entanto, em casos raros, relatos de infecções provavelmente causadas por Lactobacilos probióticos em pacientes

imunodeficientes ou pacientes com doença subjacente grave têm sido publicados (LEBEER et al., 2008).

3.9.2 Espécie *Lactobacillus paracasei*

Cepas de *Lactobacillus paracasei* pertencem ao grupo *Lactobacillus casei*, o qual compreende também as espécies *Lactobacillus. zae*, *Lactobacillus casei* e *Lactobacillus rhamnosus* (BERGEY; HOLT, 1994). À exceção de *Lactobacillus. zae*, cepas deste grupo apresentam reconhecido potencial probiótico em animais e humanos (FRANZ et al., 2011).

O uso de cepas de *Lactobacillus paracasei* em produtos lácteos e seus aspectos funcionais tem sido amplamente relatados. Vinderola et al. (2009) avaliaram a viabilidade e os efeitos de *Lactobacillus paracasei* em queijo fresco probiótico, constando que o microrganismo permaneceu viável durante 15 dias de armazenamento a 5 °C sem ocasionar efeitos negativos á aceitação sensorial do produto.

Entre os microrganismos probióticos estudados por Kask et al. (2003), cepas de *Lactobacillus paracasei* revelaram viabilidade tecnológica para incorporação em matrizes lácteas e apresentaram capacidade de sobrevivência em pH 3 e 0,3% de sais biliares, condições características do ambiente gastrointestinal. Bertazzoni Minelli et al. (2004) também demonstraram a alta resistência de cepas de *Lactobacillus paracasei* ao estress gastrointestinal e adicionalmente constataram a sua capacidade de aderência ás células do epitélio intestinal.

Estudos *in vivo* apontaram para as possíveis atividade de imunomodulação e modulação de colesterol, atribuídos á *Lactobacillus paracasei*; Lin, Chiu e Pan (2004) e Chiu et al. (2006) relataram que *Lactobacillus paracasei* reduziu os níveis de colesterol em ratos hipercolesterolêmicos. Medici, Vinderola e Prdigón (2004) estudou a capacidade imunomoduladora de *Lactobacillus paracasei* incorporado em queijo fresco, demonstrando que este microrganismo foi capaz de aumentar o número células produtoras de imunoglobulina A na lâmia própria dos intestinos delgado e grosso em camundongos.

Tais estudos indicam o potencial probiótico e a viabilidade tecnológica de cepas de *Lactobacillus paracasei* incorporados em produtos lácteos. Os inúmeros benefícios a saúde atribuídos á atividade de *Lactobacillus paracasei*, os quais

avançam além do popular equilíbrio da microbiota instestinal, aumentam o interesse pelo emprego deste microrganismo como probiótico em alimentos. Contudo, o desempenho da cepa selecionada é variável de acordo com a matriz alimentícia específica.

3.10 LIGHT

O termo *light* pode ser utilizado em duas situações: quando é baixo ou quando é reduzido em algum nutriente (açúcares, gorduras totais, gorduras saturadas, colesterol ou sódio) ou quando um produto é baixo ou reduzido em valor energético (ANVISA/MS - PORTARIA Nº 27, DE 13 DE JANEIRO DE 1998).

No caso de conteúdo comparativo, de acordo com o item 3.5.2 b da Portaria 27/98, a identidade dos alimentos ao qual o alimento está sendo comparado, deve ser definida. O conteúdo de nutriente e/ou valor energético do alimento com o qual se compara deve ser calculado a partir de um produto similar do mesmo fabricante, ou do valor médio do conteúdo de três produtos similares conhecidos que sejam comercializados na região; ou de uma base de dados de valor reconhecido. O item 3.5.2 b.1 determina que a identidade dos alimentos ao qual o alimento foi comparado deve estar disponível para as autoridades competentes e para atender consultas dos consumidores (ANVISA/MS - PORTARIA Nº 27, DE 13 DE JANEIRO DE 1998).

Assim, um produto pode ser *light* em valor energético e atender ao requisito estabelecido para o atributo “baixo” ao invés de “reduzido”. Com isso, o produto *light* será de baixo teor de valor energético, mas, não necessariamente, terá o valor energético reduzido em relação a outro produto similar (ANVISA/MS - PORTARIA Nº 27, DE 13 DE JANEIRO DE 1998).

Verifica-se, também, que um produto pode ser baixo ou reduzido (ou seja, *light*) em sódio ou em colesterol, por exemplo, e não ter, obrigatoriamente, o valor energético baixo ou reduzido em relação a produtos convencionais. Ou seja, o termo “*light*” não se refere exclusivamente à quantidade de calorias (ANVISA/MS - PORTARIA Nº 27, DE 13 DE JANEIRO DE 1998).

3.11 SORVETE

Segundo a Resolução RDC nº 266 de 2005, gelados comestíveis são obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas ou de uma mistura de água e açúcares, podendo ser adicionados de outros ingredientes e substâncias, ou ainda como uma mistura de água, açúcares, onde os componentes devem ser submetidos ao congelamento de maneira que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado (BRASIL, 2005). A composição química do sorvete determina vários parâmetros estruturais e sensoriais importantes para obtenção de um produto final de qualidade, como firmeza, resistência ao derretimento e textura, entre outros (GRANGER et al., 2005).

Os sorvetes diferem, principalmente, quanto ao teor de lipídeos, sendo chamados de sorvetes tipo Premium àqueles elaborados com grandes quantidades de lipídeos, baixo *overrun* (incorporação de ar) e saborizados com ingredientes naturais. A qualidade do sorvete pode ser avaliada principalmente pelo flavor, textura, consistência e “corpo” do produto. O tamanho dos cristais de gelo influencia o tipo de textura, sendo que cristais superiores a 55 µm produzem uma textura grosseira (MOSQUIM, 1999). Enquanto a consistência se refere à dureza ou maciez do produto, podendo ser afetada pela temperatura e viscosidade da mistura entende-se por “corpo” o comportamento do sorvete quando a temperatura é elevada e começa a derreter, sendo classificado em viscoso e esponjoso ou aguado e compacto (CHARLEY; WEAVER, 1998a). Os ingredientes utilizados no mix, mistura dos ingredientes, têm extrema importância na qualidade do produto final. A gordura favorece o flavor, a textura e a consistência do sorvete. A sacarose confere “corpo” aos produtos congelados e influencia a formação dos cristais de gelo por causa do abaixamento do ponto de congelamento da água (CHARLEY; WEAVER, 1998b; FREELAND-GRAVES; PECKHAM, 1996; SOLER; VEIGA, 2001).

Segundo a legislação brasileira (ANVISA), portaria nº 379, de 26 de abril de 1999, (BRASIL, 1999) os gelados comestíveis podem ser classificados em: Sorvetes de massa: compostos basicamente de leite e derivados lácteos, nos quais os teores de gordura ou proteína são parcialmente ou totais de origem não láctea, contendo no mínimo 3% de gordura e 2,5% de proteínas, podendo ser adicionados outros ingredientes alimentares.

a) Sherbets: produtos elaborados com leite ou derivados lácteos ou outras

matérias-primas alimentares e que contêm uma pequena porção de proteína, as quais podem ser totais ou parcialmente de origem não láctea, contendo no mínimo 1% de gordura e 1% de proteína.

- b) Sorbets: produto elaborado basicamente com polpa de fruta, sucos ou pedaço de frutas e açúcares.
- c) Picolés: são porções individuais de gelados comestíveis, obtida por resfriamento até o congelamento da mistura homogênea.

No Brasil o consumo do sorvete ainda é baixo em relação aos países europeus, cerca de 5,20 litros por pessoa por ano, especialmente em épocas de calor. O país com o consumo mais elevado per capita de sorvete é a Nova Zelândia, com um consumo de 26,30 litros por ano (ABIS, 2010).

O mercado de sorvetes brasileiros vem crescendo segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Sorvete. O consumo total entre 2003 e 2010 aumentou 63,07% passando de 685 milhões de litros para mais de 1 bilhão de litros por ano. No mesmo período, o consumo per capita em litros por ano cresceu 51,05%, passando de 3,82 para 5,77 litros por pessoa (ABIS, 2015).

Segundo a Associação Brasileira de Indústrias de Sorvetes (ABIS), o consumo de sorvetes em 2015 ocasionou uma redução comparando-se com os anos anteriores, onde o consumo per capita em litros/ano apresentou uma redução de 46%. No ano de 2015, o Brasil produziu 794 milhões de litros de massa, 224 milhões de litros de picolés e 129 milhões de litros de soft e consumiu mais de 1146 milhões de litros de sorvetes (ABIS, 2015).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

O soro utilizado foi doado por um laticínio da cidade de Missal - Paraná, sendo coletado e transportado em recipientes devidamente higienizados e acondicionados em caixas térmicas a 10 °C até a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Medianeira.

O concentrado proteico de soro foi doado por uma empresa da cidade de Marechal Candido Rondon - PR. As culturas *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* e *Bifidumbacterium bifidum* foram doadas Por uma empresa situada na cidade de São Paulo - SP. A mandioca foi adquirida de um produtor rural da cidade de Medianeira, sendo devidamente higienizada, descascada, congelada e transportada em caixas de isopor até as dependências da universidade. Os demais ingredientes tais como: estabilizante, emulsificante, edulcorante e sabor foram adquiridos no comercio local da cidade de Medianeira Paraná, estando todos dentro do prazo de validade e em condições adequadas para seu uso.

Para a execução do projeto foram utilizados os laboratórios da universidade, dos quais estavam totalmente equipados e preparados para o desenvolvimento do trabalho.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Obtenção da Farinha de Mandioca Cozida

Para a obtenção da farinha de mandioca cozida, foram utilizados aproximadamente 30 kg de mandioca. As mandiocas já descascadas foram devidamente higienizadas e postas em solução de hipoclorito de sódio a 2% por tempo de 15 minutos para a eliminação de contaminantes, foram cortadas em tamanhos de 2 cm, sendo submetidas à cocção a 75 °C/20 minutos. Após a cocção foram acondicionadas em geladeiras para resfriarem, sendo em seguida fatiadas

com auxílio de um ralador e congeladas a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ em freezer horizontal, modelo: cha31bbana - marca Consul.

A secagem foi realizada utilizando forno elétrico modelo 1.9 Vipão-Panictech, com circulação forçada de ar, sendo realizada em temperatura de 50, 55 e $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, com acompanhamento da perda de peso em balança eletrônica, modelo UDI20000/2 marca Urano. Os dados foram ajustados com o software OriginPro 2017. O método dos quadrados mínimos foi utilizado para obter o modelo que melhor descreve o conjunto de dados experimentais da secagem, através do coeficiente de correlação. A Figura 2 apresenta imagens do processo de obtenção da farinha de mandioca cozida.



Figura 2: Imagens do processo de obtenção de farinha, (A) mostra a mandioca após a secagem, (B) o moinho utilizado para moagem, e (C) a farinha já pronta.

Fonte: Autoria própria, 2018.

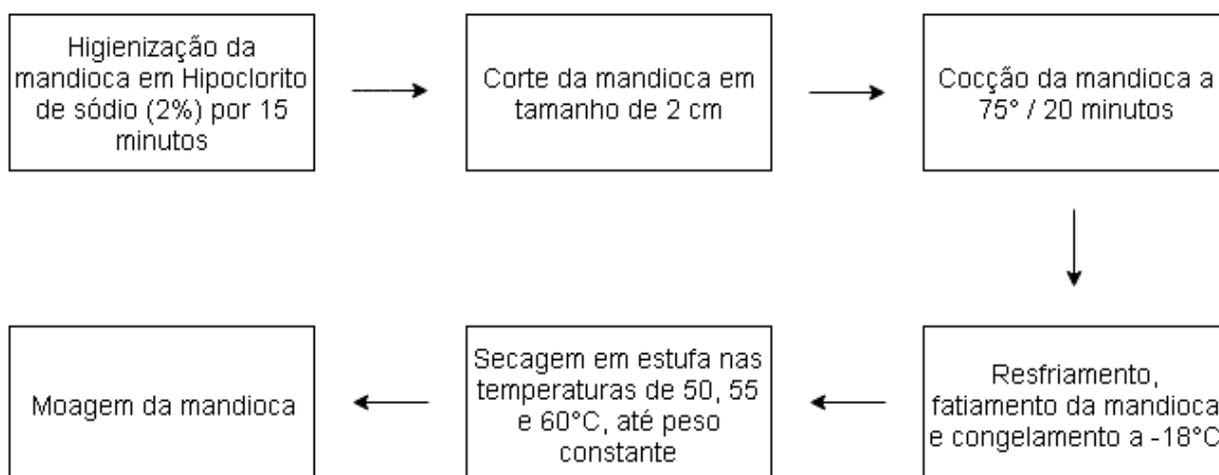


Figura 3: Fluxograma do preparo da farinha de mandioca cozida

Fonte: Autoria própria, 2018.

4.2.2 Modelagem Matemática da Farinha de Mandioca

Após a secagem da mandioca, os valores obtidos experimentalmente foram submetidos a cálculos para determinar a razão de umidade do produto em função do tempo para as temperaturas de 50, 55 e 60 °C. A razão da umidade foi calculada conforme apresentado na Equação 2.

$$RU = \frac{M - M_e}{M_i - M_e} \quad (2)$$

Em que:

RU: razão de umidade do produto, adimensional;

M: teor de água do produto, decimal (b.s);

Me: teor de água de equilíbrio do produto, decimal (b.s);

Mi: teor de água inicial do produto, decimal (b.s).

Para prever o fenômeno de secagem da mandioca, foram utilizados os modelos matemáticos de Page (1949), Midilli (2002) e Wang e Sing (1978), foram aplicados aos dados coletados durante o acompanhamento do processo de secagem (Tabela 2). Os parâmetros dos modelos cinéticos e de generalização foram obtidos por regressão não linear (Quasi-Newton), tendo critério de convergência de 0,0001, com o auxílio do software OriginPro 9.0[®].

Tabela 2: Modelos matemáticos utilizados para prever o fenômeno de secagem da farinha de mandioca cozida.

Designação do modelo matemático	Equação	Referência
Page	RU: $\exp(-k \cdot t^n)$	Page, 1949
Midilli et al.	RU: $a \cdot \exp(-k \cdot t^n) + b \cdot t$	Midilli et al.(2002)
Wang e Sing	RU: $1 + a \cdot t + b \cdot t^2$	Wang e Sing (1978)

T- tempo de secagem; k - constante de secagem; a,b,n coeficiente dos modelos.

Fonte: Autoria própria, 2018.

4.2.3 Preparo do Inocúlo

A cultura iniciadora liofilizada comercial YO-MIX 499 LYO (DVS – DANISCO[®] - C, Horsholm, Denmark) foi utilizada contendo as bactérias termofílicas *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* com proporção variando entre 80 – 90% de *S. thermophilus* e 10 – 20% de *L. bulgaricus* (informação do fabricante). A cultura comercial é de uso direto,

seguindo a metodologia de Thamer e Penna (2006), onde foi dissolvida assepticamente em um litro de leite (12% m/v) previamente tratado a 100 °C por 25 minutos e resfriado a 5 °C, sendo em seguida distribuída em frascos estéreis. Os frascos foram mantidos em freezer, à temperatura de -18 °C, e na ocasião de uso foram descongelados, sendo as culturas inoculadas diretamente na mistura dos ingredientes para iniciar a fermentação láctea. Foi utilizada a proporção de 2 % (v/v) de inóculo.

4.2.4 Análises Físico-Químicas da Matéria Prima

O soro foi acondicionado em câmara fria, sendo em seguida coletadas amostras para a realização das análises de pH, gordura e acidez, conforme metodologia descrita em Brasil (2006).

4.2.5 Fabricação do Sorvete

Para o preparo do sorvete, os ingredientes foram pesados e calculados com base no volume total (9 litros), conforme a Tabela 3.

Tabela 3: Porcentagem dos ingredientes utilizados nas formulações F1, F2, F3 e F4 (Padrão) dos sorvetes.

Ingredientes	F1	F2	F3	F4 (Padrão)
Soro	78,65%	73,65%	63,65%	83,65%
Concentrado protéico de soro	10%	10%	10%	10%
Estabilizante	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%
Edulcorante	0,65%	0,65%	0,65%	0,65%
Emulsificante	0,20%	0,20%	0,20%	0,20%
Fermento acidificante	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%
Fermento probiótico	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%
Sabor (leite condensado)	2%	2%	2%	2%
Farinha de mandioca	5%	10%	20%	-
Total	100%	100%	100%	100%

Fonte: Autoria própria, 2018.

Após pesagem dos ingredientes secos, efetuou-se a filtragem do soro e adição sob agitação dos ingredientes secos, efetuando a pasteurização da calda a 65°C por 15 minutos, sendo a seguir resfriada a 43°C. Inoculou-se as culturas de *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp.*

bulgaricus e cultura probiótica *Bifidumbacterium bifidum*, e foram levadas para incubação a 43°C até atingir a acidez 0,85% de ácido láctico e pH 4,2. A calda foi resfriada a temperatura de 10°C por 24 horas para a maturação. Após a maturação foi adicionado o estabilizante, o sabor leite condensado e a farinha de mandioca nas proporções estipuladas para cada formulação, submetendo a calda a bateção em sorveteira industrial modelo (Skysem[®]), a temperatura de - 17°C até obtenção de consistência, aspecto e cremosidade adequada. A seguir, todas as formulações de sorvete foram acondicionadas em baldes devidamente higienizados, sendo codificados e submetidos a congelamento e endurecimento em freezer com temperatura de - 18 °C. A Figura 4 mostra o processo de preparo do sorvete.

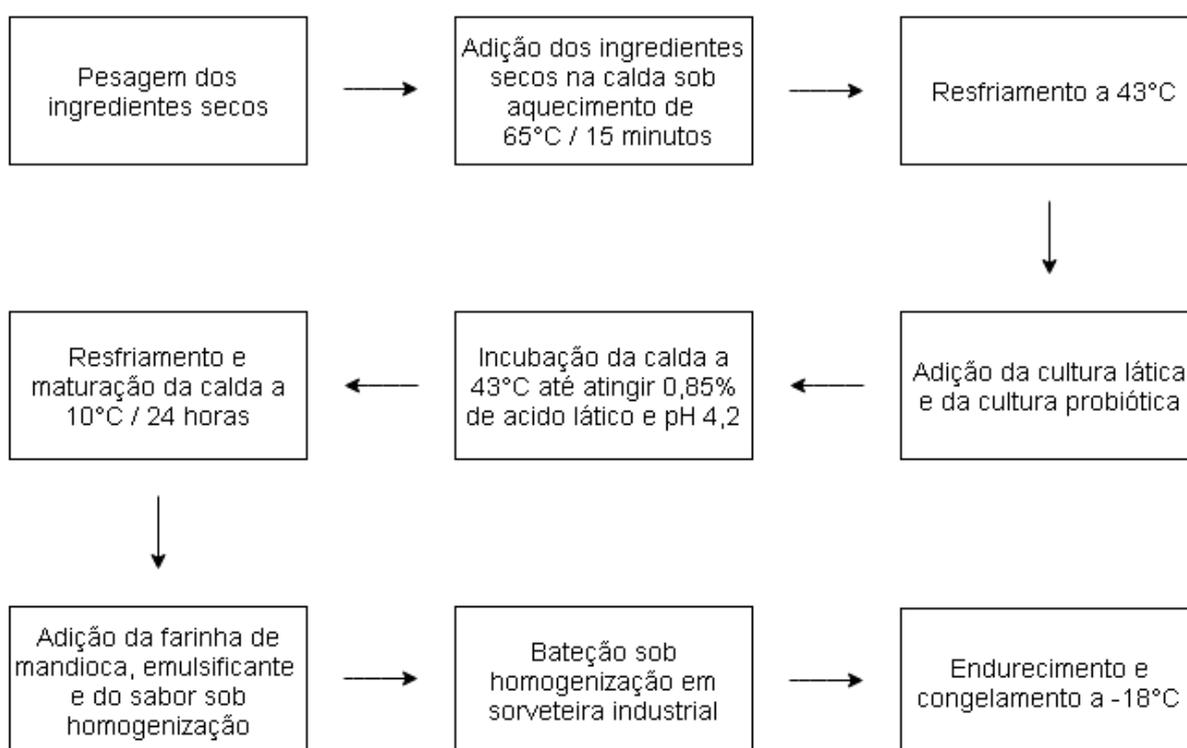


Figura 4: Fluxograma do processo de preparo do sorvete
Fonte: Autoria própria, 2018.

4.2.6 Análises Físico-químicas do Sorvete

Todas as análises foram realizadas em triplicatas de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008) que recomenda que para a determinação dos parâmetros físicos e químicos de gelados comestíveis, as amostras devem ser liquefeitas, homogeneizadas, transferidas para um frasco fechado e conservadas sob-refrigeração, até a utilização, de acordo com a metodologia descrita pela

Instrução Normativa nº 68 de 12/12/2006 que aprova os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para controle de leite e produtos lácteos (BRASIL, 2006).

Foram efetuadas análises de:

- a) pH segundo metodologia de Instituto Adolfo Lutz (2008).
- b) Extrato seco total foi determinado através da secagem direta das amostras em estufa a 105°C (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).
- c) Lipídeos segundo metodologia de extração direta em Soxhlet, descrita por Instituto Adolfo Lutz (2008).
- d) Acidez por meio de titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2008).
- e) Proteínas segundo método de Kjeldahl clássico, descrito por Instituto Adolfo Lutz (2008).
- f) Cinzas segundo método de combustão em mufla a 550 °C (AOAC, 2012).
- g) Fibras segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008).
- h) *Overrun* segundo metodologia de descrito por Whelan et al. (2008). Os resultados foram calculados pela Equação 3, e a Figura 5 mostra imagens durante o processo de pesagem da mistura base e do sorvete de cada formulação.

$$\text{Overrun (\%)} = \frac{\text{Peso da mistura base} - \text{peso do sorvete}}{\text{Peso do sorvete}} \times 100 \quad (3)$$



Figura 5: Pesagem da calda (esquerda) e do sorvete (direita) das formulações F1, F2, F3, F4 (Padrão)

Fonte: Autoria própria, 2018.

- i) A análise do índice de derretimento foi efetuada segundo metodologia de Lee e White (2001), descrita em (PEREIRA, 2014) com adaptações. Todas as análises foram realizadas em triplicatas nos períodos de 0, 15 e 30 dias . Na Figura 6 é apresentada uma amostra de sorvete utilizada para análise.



Figura 6: Amostra de sorvete utilizada na análise de derretimento
Fonte: A autoria própria, 2018.

4.2.7 Análises Microbiológicas do Sorvete

As análises microbiológicas do sorvete foram realizadas segundo metodologia descrita no Manual de métodos para a análise microbiológica dos alimentos (DOWNES; ITO, 2001). Os resultados obtidos foram comparados com os definidos pela Resolução RDC n° 12 da ANVISA (BRASIL, 2001) e segundo a Instrução Normativa n° 62 de 2003, que oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. Os resultados obtidos foram comparados com os definidos pela Resolução RDC n° 12 da ANVISA (BRASIL, 2001).

Foram empregadas as análises de *Coliformes* (NMP/mL) a 35 °C e 45 °C; de *Salmonella ssp* por 25 mL; *Estafilococcus Coagulase Positiva*; Bolores e Leveduras. Análise de bactérias probióticas e lácticas foram realizadas segundo metodologia descrita no manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água (SILVA; DUARTE; CAVALCANTI-MALTA, 2010).

4.2.8 Análise de Colorimetria

A análise de colorimetria foi realizada com o equipamento colorímetro (modelo Chroma Metter CR-400, marca Konica Minolta®), onde o mesmo estava previamente calibrado e ajustado pronto para uso. O método utilizado foi o CIELab definido em 1976, que se baseia na representação tridimensional, onde cada cor pode ser representada por um único ponto, sendo definida pelas coordenadas L^* , a^* e b^* , onde o parâmetro L^* representa a luminosidade na escala de 0 - 100 (do preto ao branco); a^* representa a variação de tonalidade de vermelho (+) ou verde (-) e b^* representa a variação da tonalidade do amarelo (+) ou azul (-) (BILLMEYER; SALTZMANN, 1981; YAM; PAPADAKIS, 2004).

Pelas coordenadas L^* , a^* e b^* podem ser calculadas as coordenadas do chroma C^* que indica a saturação ou a intensidade da cor (GIL-MUNOZ et al., 1997; KONICA MINOLTA, 1998), portanto a luminosidade na escala (L^*) e o chroma (C^*) são variáveis representativas das diferenças entre as amostras.

As leituras das amostras foram realizadas no laboratório de análises Pesquisa em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus de Medianeira.

4.2.9 Análise Sensorial

Para a realização da análise sensorial, o projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisas com seres humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CAAE N° 88238218.80000.0092) que consta no apêndice A; todos os julgadores assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), que consta no apêndice B. A análise foi efetuada nos horários das 09:00 horas até 18:00 horas, em cabines individuais iluminadas com luz branca, tendo a participação de 142 julgadores não treinados consumidores regulares de sorvete, de ambos os sexos, sendo 51% do sexo feminino e 49% do sexo masculino, tendo idade mínima de 18 e máxima de 60 anos. Todas as amostras foram servidas em copos brancos descartáveis de 50 mL, devidamente codificados com números aleatórios de três dígitos, acompanhados por um copo de 180 mL

contendo água destilada para remoção de algum possível sabor residual. Após receberem as devidas instruções, cada julgador recebeu uma ficha com a escala para a realização das análises.

A metodologia empregada nas análises foram os testes de escala Hedônica direcionada de 9 pontos (International Organization for Standardization) correspondentes aos seguintes graus de apreciação: 1- Desgostei muitíssimo a 9- gostei muitíssimo e escala do ideal, correspondendo aos pontos de 1 - muito menos que o ideal a 5 - muito mais do que ideal, que consta no apêndice C.

4.2.10 Análises Estatísticas

As análises foram realizadas em triplicatas para determinação de média e desvio-padrão e aplicado o teste ANOVA (nível de significância $p \leq 0,05$), para verificar se ocorreu diferença significativa entre as amostras. O teste de Tukey, foi aplicado, quando necessário, para identificar as diferenças entre os resultados. Foi utilizado o Excel e Software PAST (HAMMER, HARPER, RYAN, 2001) Para a análise de componentes principais utilizou-se o software Action Stat.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 SECAGEM DA MANDIOCA

Nas Figuras 7, 8 e 9, estão expressos os dados de secagem nos tempos estabelecidos, ajustados através dos modelos Page (1949), Midilli et al. (2002) e Wang e Sing (1978).

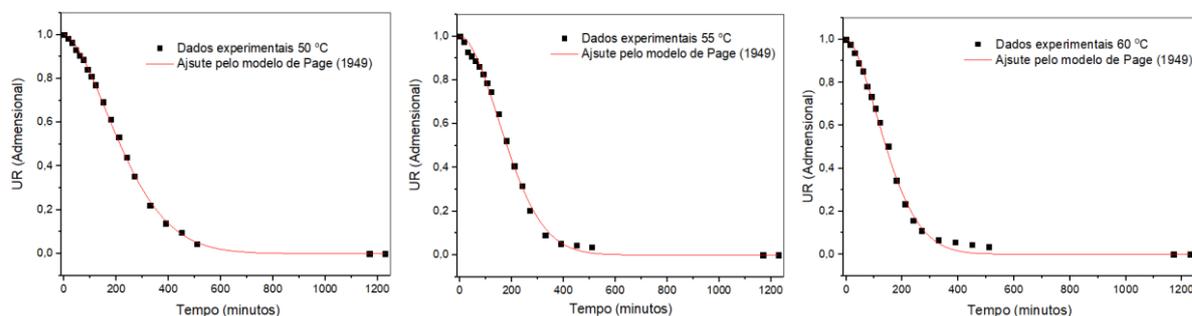


Figura 7: Gráficos de secagem ajustados pelo modelo de Page (1949)
Fonte: Autoria própria, 2018.

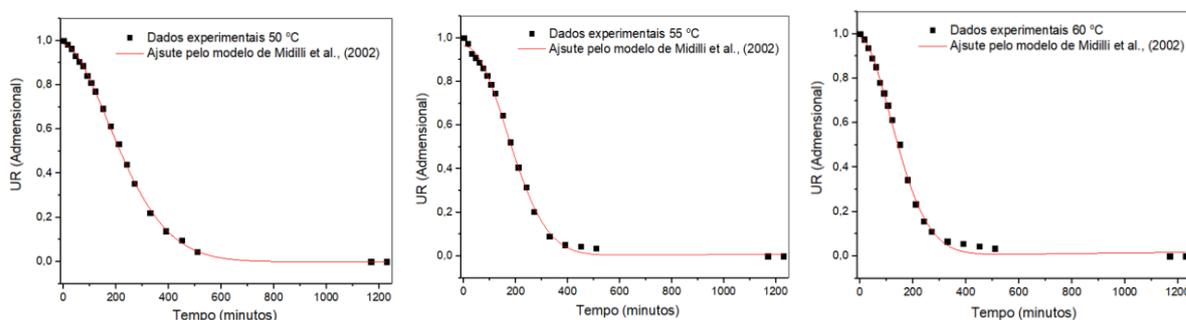


Figura 8: Gráficos de secagem ajustados pelo modelo de Midilli et al. (2002)
Fonte: Autoria própria, 2018.

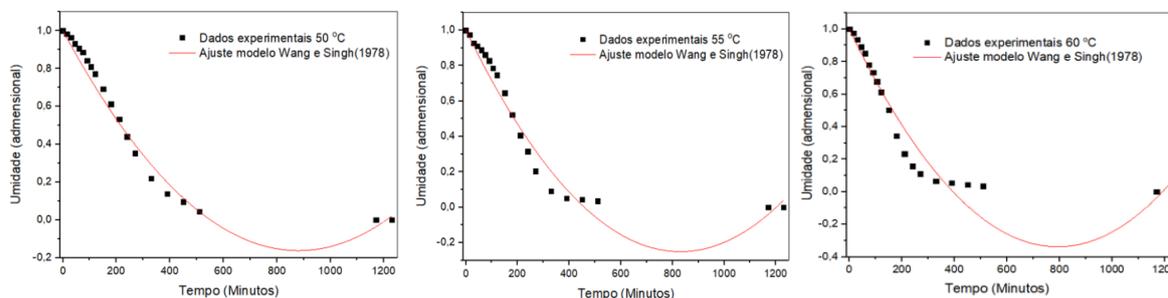


Figura 9: Gráficos de secagem ajustados pelo modelo de Wang e Sing (1978)
Fonte: Autoria própria, 2018.

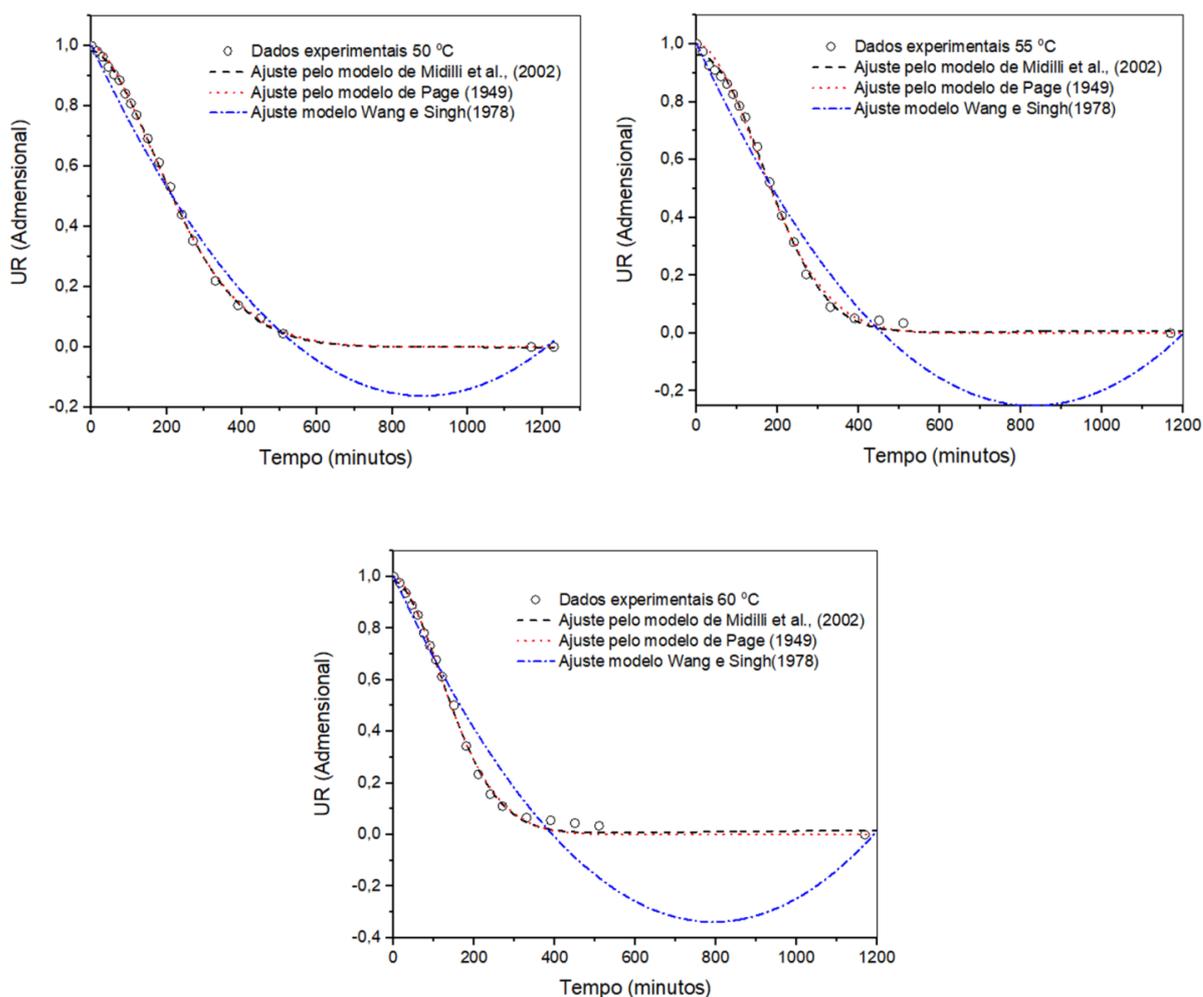


Figura 10: Gráficos das temperaturas de 50, 55 e 60°C com aplicações dos três modelos analisados

Fonte: Autoria própria, 2018.

Conforme demonstra as imagens da Figura 10, o modelo que apresentou diferença significativa entre as três temperaturas foi o modelo de Wang e Sing (1978), o qual apresentou um grande desvio nos pontos experimentais, tendo maior aumento no desvio conforme o aumento das temperaturas.

Tabela 4: Parâmetros dos modelos Page (1949), Midilli et al. (2002) e Wang e Sing (1978), apresentando, coeficiente de determinação (R^2) e desvio quadrático médio (DQM) da secagem da farinha de mandioca cozida, nas temperaturas de 50, 55 e 60°C.

Modelo	Tempo (°C)	Parametros				R^2	DQM
		K	V	A	B		
Page (1949)	50	8,2534	1,6832			0,9989	0,9990
	55	4,2804	1,8633			0,9962	0,9964
	60	1,3111	1,7291			0,9969	0,9970
Midilli et al. (2002)	50	0,9844	-4,4155	5,4950	1,7526	0,9992	0,9993
	55	0,9630	7,2761	1,2449	2,0852	0,9975	0,9979
	60	0,9828	1,4063	8,3402	1,8146	0,9970	0,9974
Wang e sing (1978)	50	-0,0026		1,4992		0,9814	0,9824
	55	-0,0030		1,8141		0,9680	0,9697
	60	-0,0033		2,1250		0,9399	0,9430

Fonte: Autoria própria, 2018.

Através da Tabela 4, pode-se concluir que os modelos de Page (1949) e Midilli et al. (2002) apresentaram resultados de coeficiente de determinação acima de 0,9962, em contrapartida o modelo de Wang e Sing (1978) apresentou coeficientes com variações de 0,9814 a 0,9399, que diminuiram conforme o aumento de temperatura. Santos et al. (2013) apresentaram similaridade nos resultados dos estudos envolvendo cinética de secagem de grãos residuais de urucum, encontrando valores de coeficiente de determinação de 0,9972 pelos métodos de Midilli e Page na temperatura de 60 °C.

Segundo Corrêa et al. (2008), a constante “k” representa o efeito das condições externas de secagem e a constante “v” reflete a resistência interna do produto à secagem, logo, ao analisar as constantes obtidas através do método de Page (1949), podemos ver que a mandioca apresentou maior resistência interna ao produto na temperatura de 55 °C.

Goneli et al. (2014) encontraram valores bem próximos ao do presente trabalho, ao analisarem os parâmetros estatísticos de secagem de folha de erva baleeira, encontraram valores de correlação de 0,9995 para a temperatura de 50 °C e 0,9987 para a temperatura de 60 °C empregando o modelo de Page.

Dentre os modelos matemáticos analisados, o modelo Midilli et al. (2002) foi o que melhor descreveu o processo de secagem da mandioca, apresentando os maiores valores dos coeficientes de determinação, podendo ser viável na utilização da predição do tempo de secagem. Resultados semelhantes foram encontrados por Sousa et al. (2015) aonde a aplicação do modelo de Midilli et al. (2002) também

apresentou os melhores resultados quanto à cinética de secagem em experimentos de secagem das folhas de juazeiro nas temperaturas de 40, 50 e 60°C.

Através da Figura 11, verifica-se que conforme o aumento de temperatura ocorreu diminuição no teor de água em menor tempo. A estabilização da razão da umidade na secagem ocorreu em torno de 450 minutos, o que é interessante economicamente quando se busca otimização.

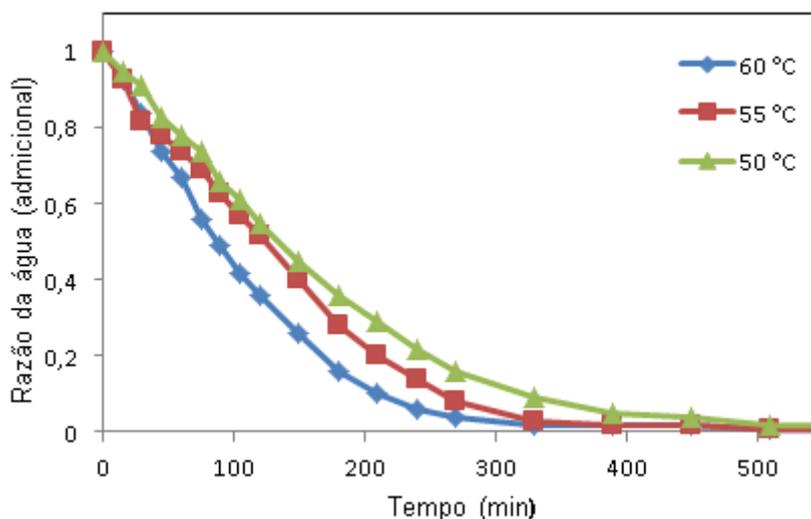


Figura 11: Curvas experimentais de secagem da mandioca nas temperaturas 50, 55 e 60°C
Fonte: Autoria própria, 2018.

5.2 ANÁLISES DO SORO

5.2.1 Análises Físico-Químicas do Soro

Os resultados das análises físico-químicas do soro são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Resultados das análises físico-químicas do soro

Análises	Resultados
Acidez	12°D
Gordura	0,03
pH	6,75

Fonte: Autoria própria, 2018.

As análises físico-químicas do soro apresentaram resultados dentro da legislação vigente (BRASIL, 2013). O pH do soro utilizado ficou próximo do valor máximo estabelecido pelo regulamento técnico do soro de leite (BRASIL, 2013) que estabelece valores mínimo e máximo de 6,0 a 6,8.

O teor de gordura encontrado foi de 0,03%. Galdino (2016) afirma em seus estudos, que o teor de lipídios variou entre 0,20% a 0,83%, sendo o estudo realizado em soro de leite de cabra. Tashima et al. (2013) encontra valores de gordura de 0,5% no soro leite bovino, 1,4% no soro de leite caprino e 0,8% no soro de leite ovino. Essas diferenças podem ser explicadas pelo fato de que o teor de gordura do soro depende do teor de gordura do leite utilizado como matéria prima para a produção de queijo e do processamento e rendimento desse queijo (PINTO, 2010).

Em seu estudo sobre caracterização físico-química do soro de leite de cabra submetido a diferentes tratamentos, Silveira et al. (2013) afirma que o pH diferiu nos diferentes tratamentos, onde os valores variaram de 6,12 a 6,34. Já na análise de acidez os tratamentos realizados não causaram alterações significativas no soro. Estando dentro dos padrões estabelecidos pela legislação.

Em relação à acidez, o valor encontrado foi de 12 °D, estando dentro do limite estabelecido pelo regulamento técnico. Ferreira e Lunkes (2016) encontraram valores semelhantes de acidez e gordura nas análises de soro que foram empregadas nos estudos de bebida láctea fermentada simbiótica com adição de polpa de cambuci, obtendo acidez de 10°D e gordura de 0,01, destacando a boa qualidade do soro utilizado.

Nunes e Santos (2015) afirmam que os valores de acidez e pH estão diretamente relacionados com a contagem bacteriana total, uma vez que essas bactérias são capazes de fermentar a lactose presente no leite, formando ácido lático, o que aumenta a acidez e conseqüentemente diminui o pH. Portanto, esses parâmetros estão diretamente relacionados com o grau de acidez da matéria prima, que normalmente está entre 15 e 18°D. O valor de acidez obtido no soro foi de 12°D, podendo ser resultado da ação do fermento, utilizado na produção dos queijos.

A composição do soro de queijo pode mudar, variando de acordo com o tipo de queijo produzido, variedade do leite (bovino, caprino ou ovino), período do ano, alimentação dos animais, estágio de lactação, qualidade do processamento industrial do leite para a obtenção de queijos e por fim do tipo de soro obtido (CORTEZ, 2013).

5.2.2 Análises Microbiológicas do Soro

Os resultados das análises microbiológicas do soro estão apresentados na

Tabela 6.

Tabela 6: Resultados das análises microbiológicas do soro

Análises	Resultados
Coliformes a 35 ° C (NMP. mL ⁻¹)	<3
Coliformes a 45 ° C (NMP. mL ⁻¹)	<3
<i>Staphylococcus spp.</i> (coag. +/- g) (UFC/mL ⁻¹)	<100
<i>Salmonella spp.</i> / 25 mL	Ausência

Fonte: Aatoria própria, 2018.

Os resultados das análises microbiológicas do soro apresentaram parâmetros dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente (BRASIL, 2013), demonstrando que o soro apresentava ótima qualidade não oferecendo nenhum possível risco microbiológico através da sua utilização na elaboração do sorvete.

Reitz (2015) também encontrou resultados de acordo com o estabelecido pela legislação ao estudar o desenvolvimento e avaliação de sobremesa aerada de soro de leite sabor mirtilo. Cardoso (2014) encontrou resultados que não de adequavam as legislações, aonde afirma que os soros lácteos estudados apresentaram 16,67% de inadequação com a legislação, sendo este percentual observado somente na contagem de coliformes termotolerantes.

Apesar do soro de queijo ser fonte de bactérias lácticas e de conter excelentes proteínas, o uso desse produto só deve ser feito quando o mesmo for obtido em condições higiênico-sanitárias satisfatórias (FREITAS, 2011).

Os bons resultados e a qualidade do soro podem estar vinculados ao processamento e tipo de queijo ao qual foi obtido. Teixeira; Fonseca; Menezes (2007), ao analisarem o soro de diferentes tipos de queijo, afirmam que a contagem microbiana encontrada para coliformes totais e termotolerantes que apresentou maior contaminação foi o soro do queijo mussarela, observando os resultados das análises microbiológicas dos soros dos queijos minas frescal e mussarela deste estudo, registra-se, na contagem de coliformes termotolerantes, uma contaminação no soro do queijo minas frescal ($>10^3$ UFC/g) maior do que a contagem observada no soro do queijo mussarela ($2,3 \times 10^2$ UFC/g)

5.3 ANÁLISES DO SORVETE

5.3.1 Análises Físico-Químicas do Sorvete

Os resultados das análises físico-químicas das formulações F1, F2, F3 e F4 (Padrão) do sorvete nos tempos 0, 15 e 30 dias são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Resultados das análises físico-químicas realizadas nos tempos 0, 15 e 30 dias.

Análises do tempo de 0 dias					
	F1	F2	F3	F4 (Padrão)	Média
Proteínas (%p/p)	2,99 ^{ABa} ± 0,14	3,11 ^{ABa} ± 0,20	3,25 ^{Aa} ± 0,21	2,73 ^{Ba} ± 0,09	3,02
Lipídeos (%p/p)	0,31 ^{Ba} ± 0,03	0,51 ^{Ba} ± 0,20	1,09 ^{Aa} ± 0,25	0,36 ^{Ba} ± 0,06	0,57
Acidez (%)	0,47 ^{Ca} ± 0,01	0,61 ^{Aa} ± 0,02	0,54 ^{Ba} ± 0,02	0,51 ^{BCa} ± 0,01	0,53
pH	6,48 ^{Ba} ± 0,05	5,86 ^{Ca} ± 0,02	5,84 ^{Ca} ± 0,02	6,72 ^{Aa} ± 0,03	6,23
EST (%p/p)	18,15 ^{Ba} ± 0,60	21,69 ^{Aa} ± 1,39	18,91 ^{ABa} ± 1,95	16,46 ^{Ba} ± 0,14	18,80
Cinzas (%p/p)	0,87 ^{Ab} ± 0,03	0,93 ^{Aa} ± 0,05	0,92 ^{Aa} ± 0,07	0,83 ^{Aa} ± 0,03	0,89
Fibras (%p/p)	0,64 ^{Aa} ± 0,04	1,09 ^{Aa} ± 0,75	1,52 ^{Aa} ± 0,04	0,76 ^{Aa} ± 0,17	1,00
Análises do tempo de 15 dias					
	F1	F2	F3	F4 (Padrão)	Média
Proteínas (%p/p)	3,28 ^{Aa} ± 0,52	3,17 ^{Aa} ± 0,11	3,11 ^{Aa} ± 0,26	2,64 ^{Aa} ± 0,15	3,05
Lipídeos (%p/p)	0,30 ^{Ba} ± 0,02	0,32 ^{Ba} ± 0,13	1,09 ^{Aa} ± 0,19	0,26 ^{Ba} ± 0,10	0,49
Acidez (%)	0,50 ^{Ba} ± 0,03	0,61 ^{Aa} ± 0,03	0,54 ^{ABa} ± 0,04	0,51 ^{Ba} ± 0,01	0,54
pH	6,11 ^{Ab} ± 0,05	5,50 ^{Bb} ± 0,05	5,52 ^{Bb} ± 0,03	6,04 ^{Ab} ± 0,06	5,79
EST (p%p)	18,39 ^{BCa} ± 0,57	22,08 ^{Aa} ± 0,84	20,50 ^{ABa} ± 1,35	16,84 ^{Ca} ± 0,24	19,45
Cinzas (%p/p)	0,91 ^{Bab} ± 0,03	0,98 ^{Aa} ± 0,02	0,99 ^{Aa} ± 0,03	0,88 ^{Ba} ± 0,01	0,94
Fibras (%p/p)	0,61 ^{Ca} ± 0,16	1,16 ^{ABa} ± 0,31	1,49 ^{Aa} ± 0,03	0,89 ^{BCa} ± 0,08	1,04
Análises do tempo de 30 dias					
	F1	F2	F3	F4 (Padrão)	Média
Proteínas (%p/p)	2,98 ^{Aa} ± 0,04	3,04 ^{Aa} ± 0,10	3,08 ^{Aa} ± 0,11	2,70 ^{Ba} ± 0,03	2,95
Lipídeos (%p/p)	0,33 ^{Ba} ± 0,04	0,42 ^{Ba} ± 0,08	0,99 ^{Aa} ± 0,23	0,37 ^{Ba} ± 0,02	0,53
Acidez (%)	0,49 ^{Ba} ± 0,03	0,64 ^{Aa} ± 0,02	0,56 ^{Ba} ± 0,04	0,52 ^{Ba} ± 0,01	0,55
pH	6,21 ^{Ab} ± 0,05	5,46 ^{Cb} ± 0,02	5,50 ^{Cb} ± 0,16	5,97 ^{Bb} ± 0,04	5,78
EST (p%p)	18,21 ^{Ba} ± 0,55	21,86 ^{Aa} ± 0,89	21,56 ^{Aa} ± 0,16	16,54 ^{Ca} ± 0,18	19,58
Cinzas (%p/p)	0,96 ^{Aa} ± 0,02	0,92 ^{Aa} ± 0,03	0,94 ^{Aa} ± 0,05	0,83 ^{Ba} ± 0,01	0,91
Fibras(%p/p)	0,58 ^{Aa} ± 0,10	0,65 ^{Aa} ± 0,30	0,76 ^{Aa} ± 0,06	0,58 ^{Aa} ± 0,37	0,64

** Acidez expressa em (%) de ácido láctico. Valores com letras distintas diferem entre si a nível de 5% (p > 0,05). Letras **minúsculas** (a,b,c) comparam os valores de 0, 15 e 30 dias entre as amostras. Letras **Maiúsculas** (A,B,C) comparam valores entre as formulações F1 (5 % de farinha), F2 (10 % de farinha), F3 (20 % de farinha) e F4 (Padrão).

Fonte: **Autoria própria, 2018.**

Analisando o extrato seco total entre as formulações, a formulação F2 foi a que apresentou os maiores valores analisados seguido pela formulação F3, enquanto a formulação padrão F4 apresentou o menor desempenho de extrato seco total. A formulação F1 apresentou valores médios quando comparados com os melhores e piores resultados das análises.

Em relação ao tempo, nenhuma das amostras apresentou variação a nível de 5% estatisticamente, demonstrando que a quantidade de extrato seco total não teve

alterações significativas nos três tempos de análise, onde pode-se observar que a quantidade de farinha de mandioca adicionada nas formulações altera consideravelmente a quantidade de extrato seco total, pois as formulações com 10% e 20% de farinha, apresentaram valores maiores quando comparados com a formulação padrão, que era isenta de farinha de mandioca cozida. Segundo Santos e Silva (2012) fatores que pode acarretar nas alterações de extrato seco total são a isenção da gordura e do açúcar, eles obtiveram uma redução significativa no teor de sólidos totais do sorvete de mangaba preparado com substitutos destes componentes, sendo estes resultados totalmente opostos ao presente estudo.

Avaliando os resultados da Tabela 7, pode se observar que as formulações F3 e F2 apresentaram os maiores teores de cinzas quando comparados entre todas as formulações. A formulação F1 foi a que obteve maior crescimento no teor de cinzas conforme os tempos de análise, enquanto as demais mantiveram seus teores de cinzas semelhantes a nível estatístico nos três tempos de análise. A formulação F4 foi a que apresentou menores valores em todos os momentos de análise. Silva (2012) concluiu em seus estudos que a gordura acaba influenciando nos teores de cinzas, pois ao aumentar os níveis de gordura em suas formulações de sorvete *light* com fibra alimentar, os teores de cinzas diminuíram, porém, devido à adição de CCP no sorvete, as formulações apresentaram elevação nos teores de minerais, condizendo com a elevação de cinzas obtida.

Em estudos realizados, Fernandes (2016) afirma que o teor de cinzas variou de 0,6 a 0,72 % nos sorvetes elaborados com maltodextrina e farelo de mandioca. Boff et al. (2013) também notaram que não houve diferença significativa entre as amostras de sorvete com fibras de laranja para o teor de cinzas, obtendo uma média de 3,79 % em base seca. Rossa, Burin e Bordignon-luiz (2012) ao avaliarem o efeito da transglutaminase microbiana nas propriedades funcionais e reológicas de sorvete com diferentes teores de gordura, igualmente relataram que não houve diferença significativa nos teores de cinzas dos sorvetes com uma média de 0,9 % de cinzas. Devido ao baixo teor de cinzas em muitos dos ingredientes utilizados, a variação da porcentagem desses na formulação muitas vezes não acarreta em alteração significativa no teor do produto final.

Os valores de fibras presentes nas formulações não tiveram alterações significativas estatisticamente ($p > 0,05$) durante os três momentos analisados, tendo a formulação F3 apresentado a maior quantidade de fibras durante os três tempo de

análise seguida das formulações F2, F4 e F1. No tempo de 15 e 30 dias a formulação padrão F4 apresentou teores mais elevados que aos da formulação F1, porém estes não se diferenciavam a nível estatístico ($p > 0,05$).

Vivian; Hermanns; Weber (2017) encontraram um aumento de fibras conforme adição de linhaça e quinoa em suas pesquisas, acreditando que a adição de ingredientes funcionais são considerados importantes fontes de fibra alimentar, aumentando assim a quantidade de fibras nas formulações, se assimilando ao presente trabalho aonde se teve um aumento do teor de fibras conforme a adição de farinha de mandioca.

Quanto aos valores de proteínas, não houve diferença significativa do ponto de vista estatístico ($p > 0,05$), deixando claro que não houve alterações nos teores de proteínas durante todo o tempo das análises.

A quantidade de farinha de mandioca influenciou nos resultados obtidos, pois as formulações com maior adição de farinha apresentaram valores mais elevados do que a formulação padrão e a formulação com 5%. Isso se explica pelo fato da farinha de mandioca contém proteínas, e também pelo fato de ter sido feito a adição do concentrado proteico de soro (CPS), que, segundo Silva e Karla (2004) podem conter de 25 a 90% de proteína, podendo apresentar grande variáveis dependendo do método de manufatura do mesmo. Segundo Goof (1989) proteínas em sorvetes também podem contribuir para o aumento do tempo de derretimento e para redução de formação de gelo.

Os teores de lipídios encontrados nas formulações foram relativamente baixos, o que se era esperado, pois o sorvete foi formulado sem a adição de gordura, levando a denominação de *light*, por conta disso (BRASIL, 1998).

Foram obtidos valores máximos de 1,09% e valores mínimos de 0,26% de lipídios, constatando que não houve alterações significativas ($p > 0,05$) nas amostras nos tempos em que as mesmas foram analisadas. A quantidade de gordura dos sorvetes é resultado da gordura presente no soro e na farinha de *Manihot esculenta crantz*, sendo a formulação F3 contendo 20% de adição de farinha a que apresentou teores mais elevados de lipídios dentre todas as formulações, Wrobel e Teixeira (2017) obtiveram resultados semelhantes, onde os teores de gordura foram maiores nos sorvetes que continham adição de biomassa de banana verde em suas formulações.

Em relação ao teor de gordura, as formulações estão de acordo com a Portaria N° 27 de 13 de janeiro de 1998 que classifica os alimentos como light quando houver uma redução de pelos menos 25% na quantidade de um determinado nutriente e/ou calorias em relação ao alimento tradicional (BRASIL, 1998). Segundo Soler e Veiga (2001) a baixa quantidade de gordura, pode alterar as características dos sorvetes, a estrutura, 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, à estabilidade, a viscosidade e o sabor do sorvete. Porém isso não ocorreu neste estudo devido à adição da farinha de mandioca cozida e concentrado protéico de soro.

A quantidade de farinha de mandioca alterou significativamente os valores de pH, pois quanto maior o teor de farinha na formulação menores foram os valores de pH encontrados. A amostra padrão F4, isenta de farinha, apresentou valor da média de 6,24, enquanto a formulação que apresentava 20% de farinha de mandioca apresentou o valor da média de 5,62. Lamounier et al. (2015) obtiveram valor de pH mais ácido para a formulação de sorvete que continha maior adição de farinha de jabuticaba (10%), indicando que a ocorrência seria devido o maior acréscimo da farinha no produto.

Ocorreu uma modificação do pH conforme o tempo de análise, do tempo 0 a 15 houve uma redução nos teores de pH, não sofrendo alteração no tempo de 15 e 30 dias.

Em relação acidez, não houve alteração nos níveis de ácido láctico ao longo do tempo de análise em relação às formulações; a formulação F2 foi a que apresentou maiores resultados de acidez enquanto que a formulação F1 apresentou os menores teores.

Considerando que a análise de acidez fornece um dado referente ao estado de conservação da amostra, 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 (CARVALHO, 2013). A acidez é um parâmetro importante quanto à formulação do sorvete, ela pode vir a influenciar na pigmentação do sorvete (ALMEIDA et al., 2016). Pode-se concluir que nenhuma das formulações de sorvete apresenta-se em processo de decomposição, pois o valor da acidez das mesmas não apresentaram elevação.

Para acidez titulável e pH, não existem valores de referência determinados pela legislação. Segundo Correia (2008), o pH e acidez titulável dos sorvetes são parâmetros influenciados pelo sabor empregado na formulação, sendo que sorvetes de frutas geralmente apresentam acidez diferenciada de sorvetes de chocolate ou de creme.

Os resultados das análises de *overrun* das formulações F1, F2, F3 e F4 (Padrão) do sorvete nos tempos 0, 15 e 30 dias são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: Pesagens da mistura base, sorvete e valores médios de *overrun*.

Formulação	Peso mistura base (kg)	Peso sorvete (kg)	Overrun (%)
Formulação F1	1,904	1,246	52,80 ^a
Formulação F2	1,830	1,250	46,40 ^c
Formulação F3	1,842	1,360	35,44 ^d
Formulação F4 (Padrão)	1,884	1,240	51,93 ^b

Obs: Letras distintas diferem as amostras entre si a nível de 5% estatisticamente

Fonte: **Autoria Própria, 2018.**

Segundo Goff (2002), a quantidade de ar incorporado mínima pode ser de 10 a 15%, enquanto a máxima pode ser maior que 50%, aonde, todos os valores encontrados na análise atendem os parâmetros descritos.

Pode se ver que a formulação F1 com 5% de farinha foi a que mais apresentou incorporação de ar (*overrun*) no seu processo, tendo uma pequena porcentagem a mais comparando-a com a formulação F4, que não apresenta farinha em sua composição.

Com relação ao parâmetro de incorporação de ar, sua porcentagem foi diminuindo conforme o aumento da adição de mandioca à calda do sorvete. Isso se deu por conta da absorção de água pelas fibras da farinha de mandioca, diminuindo a água livre disponível para a ligação ar-água-gordura dos gelados comestíveis em estudo, apresentando diferença significativa entre os tratamentos ($p > 0,05$), conforme mostra a Tabela 8 (PEREIRA et al., 2011).

Alguns fatores podem interferir nesta incorporação de ar, como o batimento inadequado do sorvete, a absorção de água através da adição de ingredientes que diminuem a água livre disponível, entre outros fatores (PEREIRA et al., 2011).

Através dos resultados se conclui que a adição de farinha de mandioca altera o *overrun* no sorvete, pois as formulações com adição de 15% e 20% tiveram valores baixos de *overrun* quando comparados com as formulações contendo 5% e a formulação padrão, isenta da adição da farinha.

Lamounier et al. (2015), encontraram resultados semelhantes, aonde ao estudarem o desenvolvimento e caracterização de diferentes formulações de sorvetes enriquecidos com farinha de casca de jabuticaba, puderam concluir que a formulação que continha a maior porcentagem de farinha adicionada (10%), foi a que apresentou menor incorporação de ar.

Segundo Souza et al. (2010) o ar incorporado através da produção de sorvetes em máquinas descontínuas, é incorporado por meio da agitação no interior da calda á pressão atmosférica, podendo obter incorporação de ar de 50 a 100%. Deve se levar em conta, que a batelagem das formulações não teve tempo específico para chegar ao ponto ideal do sorvete, sendo analisado o ponto apenas a olho nu, podendo assim, acarretar em um maior ou menor tempo de batimento entre uma formulação ou outra.

Os resultados das análises do índice de derretimento das Formulações F1, F2, F3 e F4 (Padrão) estão apresentados na Figura 12 e o processo do índice de derretimento é apresentado na Figura 13.

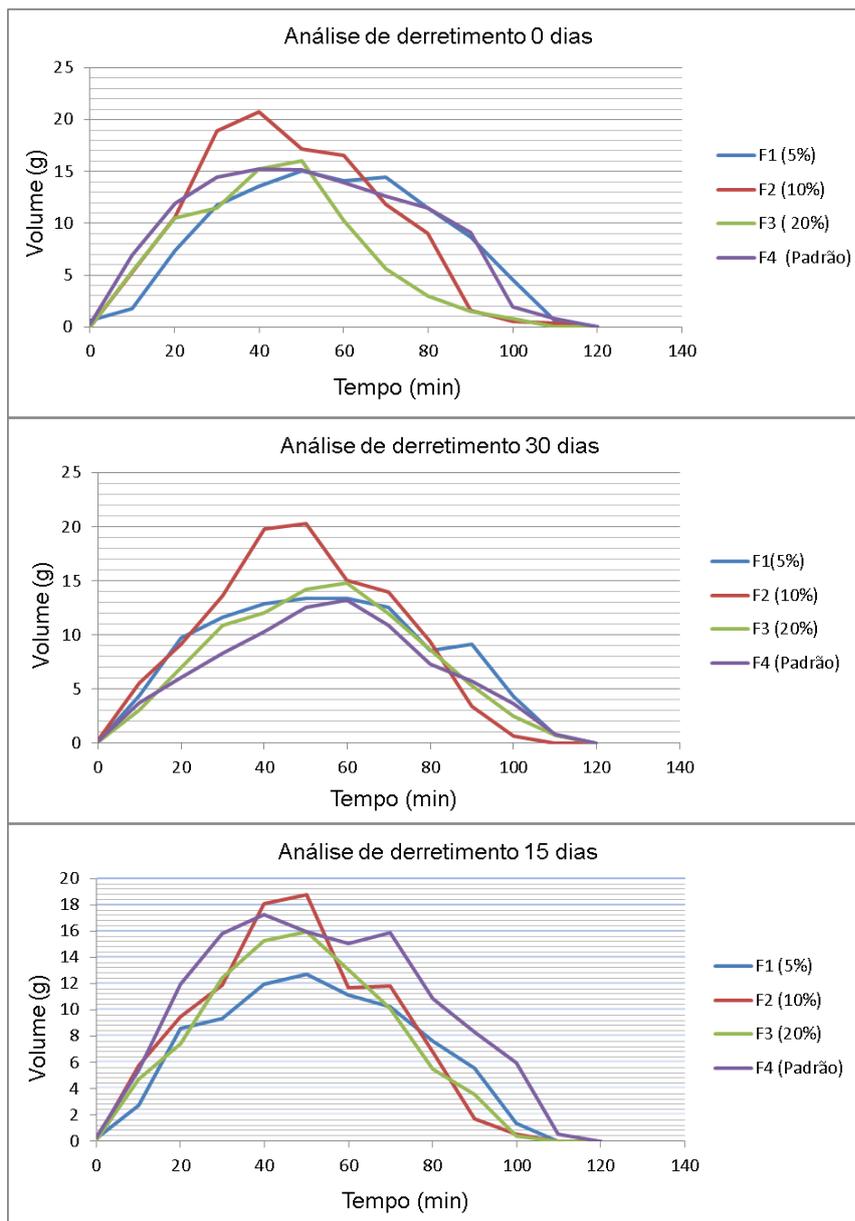


Figura 12: Gráficos de derretimento de 0, 15 e 30 dias
Fonte: Autoria própria, 2018.

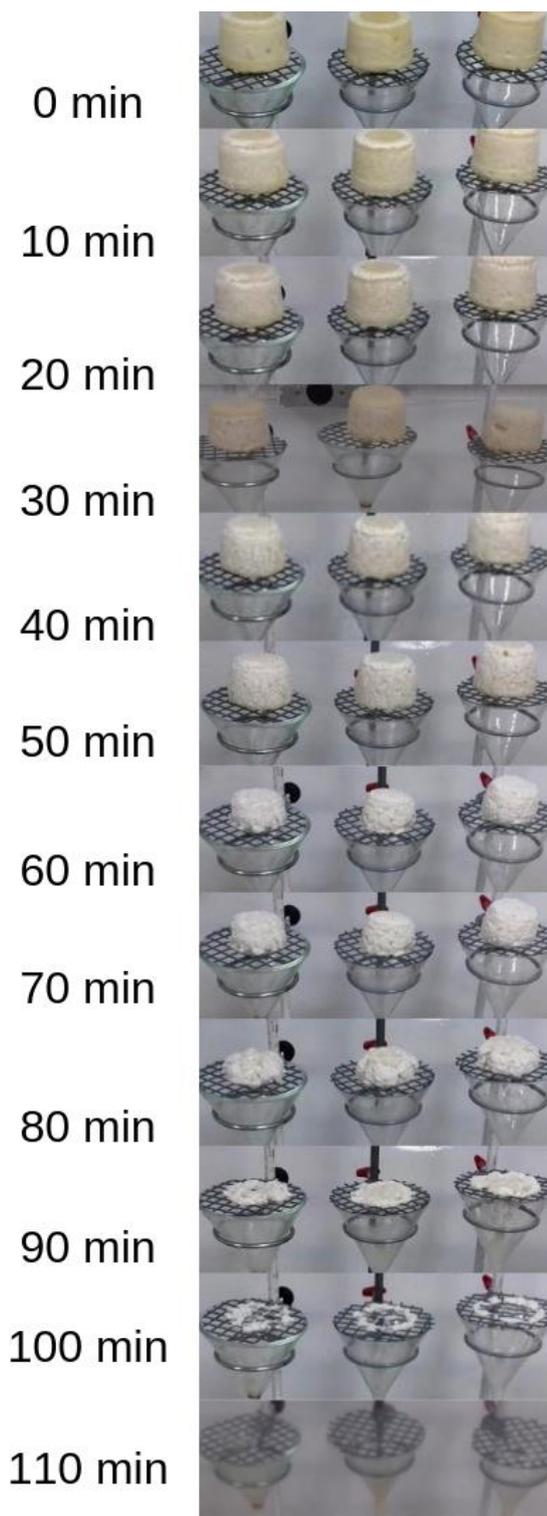


Figura 13: Processo da análise de derretimento
Fonte: Autoria própria, 2018.

Na análise de tempo 0, a formulação F2 apresentou um derretimento inicial maior do que as outras formulações até o tempo de 40 minutos, diminuindo consideravelmente após isso, sendo a formulação que apresentou menor durabilidade juntamente com a formulação F3, onde ambas apresentaram derretimento

iguais nos primeiros 20 minutos de análise. A formulação F4 apresentou derretimento superior as demais formulações no início do teste, porém se manteve estável até o fim do experimento, sendo a segunda formulação a ter maior durabilidade no teste, ficando atrás apenas da formulação F1, que apresentou derretimento lento desde o início, sendo a formulação mais duradoura da análise empregada.

Na análise de 15 dias, a formulação F2 foi a que apresentou maior derretimento inicial, atingindo seu pico de derretimento nos 50 minutos, diminuindo seus valores gradativamente após isso. Mesmo sendo a formulação com maior tempo de derretimento, a formulação F4 apresentou derretimento inicial semelhante ao da formulação F2, tendo pequenas oscilações nos tempos de 40 a 70 minutos de análise, se mantendo estável e duradoura até os 110 minutos, onde apresentou derretimento por completo.

A formulação F1, foi a amostra que apresentou derretimento mais lento dentre as quatro formulações, apresentando menores índices de gotejamento em todo o tempo de análise, apresentando o segundo melhor desempenho. A formulação F3 apresentou valores próximos ao da formulação F2, sendo a segunda amostra a ter seu derretimento concluído em menos tempo.

No tempo de 30 dias, a formulação padrão F4 apresentou melhor desempenho na análise, tendo derretimento inicial mais lento do que as demais, sendo a última amostra a derreter por completo. A formulação F2, mais uma vez apresentou o menor tempo de análise, tendo uma grande diferença de gotejamento nos primeiros minutos, comparado com as demais. As formulações F3 e F1 tiveram resultados próximos até o tempo de 90 minutos, sendo que após isso, a formulação F3 apresenta declínio e acaba havendo então diferença entre as duas, sendo que a formulação F1 acaba apresentando maior durabilidade apenas nos 30 minutos finais do teste.

Analisando os resultados de derretimento nos três tempos empregados, nota-se que todas as formulações apresentaram derretimento total nos tempos de 100 a 110 minutos de análise, obtendo valores similares nos três tempos de teste. Segundo Tharp (2008) o derretimento dos sorvetes costuma acontecer em velocidades iguais em porções de sorvetes com configurações e massas similares, independente da composição.

A formulação padrão F4 foi a que mais apresentou oscilação durante os três tempos empregados, porém, ainda se manteve como a segunda amostra mais duradoura nos três momentos, juntamente com a formulação F1 foi a que obteve ótimos resultados em todas as análises, levando mais tempo e derretendo em menores quantidades que as demais.

Através dos resultados encontrados, pode se afirmar que a adição de farinha de mandioca em concentrações maiores pode vir a alterar durabilidade do sorvete, sendo que as amostras com 10 e 20% de farinha de mandioca cozida apresentaram derretimento inferior aos da amostra padrão e da formulação com apenas 5% de farinha.

Rodrigues et al. (2017) concluíram totalmente o oposto, onde através de seus estudos referente a elaboração e caracterização de sorvete sabor chocolate utilizando farinha de banana verde como substituto de gordura, a formulação de sorvete com maior adição de farinha de banana verde apresentou menor taxa de derretimento, concluindo que isso se deve ao fato da farinha de banana verde dar mais corpo ao produto.

A adição de gordura no sorvete, está associada á sua qualidade, garantindo melhor textura, cremosidade e corpo, sabor e maior resistência a fusão (FOODS INGREDIENTS BRASIL, 2008). Souza et al. (2010) afirma que a taxa de derretimento acaba influenciando a qualidade final do produto, pelo fato de estar ligada a uma adequada resistência e uma boa cremosidade, que são parâmetros importantes encontrados em um bom sorvete. Mesmo não havendo adição de gordura no produto, o mesmo apresentou valores consideráveis de derretimento.

Os adoçantes, açúcares e agentes adoçantes constituem uma das fontes mais econômicas de energia e de sólidos para os gelados comestíveis. Contribuem amplamente para a redução do ponto de congelamento, para o aumento da viscosidade, do tempo de batidura do preparado e da consistência da fase contínua do gelado, além de influenciar na formação e tamanho do cristal de lactose no produto (MAGALHÃES, 2010).

Segundo Milliat (2013) os estabilizantes também podem auxiliar a manter a firmeza e proporcionarem um derretimento mais lento e uniforme em sorvetes que apresentam baixos teores de gordura ou isenção de algum componente. Nabeshima et al. (2001) concluíram em seus estudos que a velocidade de derretimento dos

sorvetes formulados com substitutos de gordura e sacarose foram maiores do que a obtida com a amostra padrão.

5.3.2 Análises Microbiológicas do Sorvete

Os resultados das análises microbiológicas das formulações F1, F2, F3 e F4 (Padrão) do sorvete nos tempos de 0, 15 e 30 dias são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9: Resultados das análises microbiológicas das formulações F1, F2, F3, F4 (padrão), nos tempos 0, 15 e 30 dias.

Análises	F1	F 2	F 3	F4 (Padrão)
Coliformes a 35 °C (NMP. mL ⁻¹)	<3	<3	<3	<3
Coliformes a 45 °C (NMP. mL ⁻¹)	<3	<3	<3	<3
Bolores e leveduras (UFC/mL ⁻¹)	<100	<100	<100	<100
<i>Staphylococcus spp.</i> (coag. +/- g) (UFC/mL ⁻¹)	<100	<100	<100	<100
<i>Salmonella spp.</i> / 25 mL	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência

Fonte: Autoria própria, 2018.

Conforme a resolução RDC Nº 12 de 02 de Janeiro de 2001 que aprova o regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos, os resultados encontrados nas amostras estão dentro dos limites permitidos pela legislação. Deste modo, os resultados indicaram que as quatro formulações estavam aptas para o consumo e que o preparo dos sorvetes foram realizados atendendo às Boas Práticas de Fabricação, mostrando que o processo de higienização e conservação das amostras foi eficiente (BRASIL, 2003).

Analisando ainda a Tabela 9 observa-se que, para Coliformes 45 °C, os valores encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução da ANVISA (BRASIL, 2003). Silva (2017) ao estudar elaboração de sorvetes com redução de gordura à base de soro de leite, também encontrou valores dentro dos padrões da legislação vigente e a ausência de *Salmonella sp* em 25 mL.

Silva et al. (2012) encontra valores acima dos estabelecidos pela legislação para coliformes termotolerantes, sugerindo que as boas práticas de fabricação não foram cumpridas corretamente, ou então os insumos utilizados na fabricação do sorvete artesanal não atendem as especificações. No mesmo estudo as análises de *Staphylococcus aureus* coagulase positiva apresentaram-se em conformidade com a legislação.

Os sorvetes, em geral, são alimentos ideais para o crescimento microbiano em função de características como pH próximo a neutralidade (6,0 - 7,0), elevado valor nutritivo e longos períodos de armazenamento (SANTOS, 2008). O controle microbiológico do sorvete é de fundamental importância uma vez que, o mesmo não sofre qualquer processo de cocção ou esterilização após o preparo final, com isso, pode-se constituir-se em veículo de disseminação de microrganismos causadores de toxi-infecções (MAGALHÃES; BROIETTI, 2010). Portanto, cuidados no preparo, manuseio e conservação são fundamentais para evitar qualquer tipo de contaminação do produto.

Os Resultados das análises das bactérias *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* e *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* e *Bifidobacterium bifidum* das formulações F1, F2, F3 e F4 (Padrão) nos tempos 0, 15 e 30 dias são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: resultados das contagens das Bactérias Lácticas e Probióticas das formulações F1, F2, F3, F4 (padrão) nos tempos 0, 15 e 30 dias.

Formulação	Bacterias Lácticas e Probióticas	0 Dias	15 Dias	30 Dias
F1	<i>Streptococcus salivarius ssp. termophilus</i>	$9,1 \times 10^{10}$	$7,0 \times 10^9$	$4,8 \times 10^9$
	<i>Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus</i>	$9,1 \times 10^{10}$	$7,0 \times 10^9$	$4,8 \times 10^9$
	<i>Bifidobacterium bifidum</i>	$1,48 \times 10^{12}$	$1,7 \times 10^{10}$	$1,3 \times 10^{10}$
F2	<i>Streptococcus salivarius ssp. termophilus</i>	$3,9 \times 10^{10}$	$9,0 \times 10^9$	$4,9 \times 10^9$
	<i>Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus</i>	$3,9 \times 10^{10}$	$9,0 \times 10^9$	$4,9 \times 10^9$
	<i>Bifidobacterium bifidum</i>	$1,44 \times 10^{11}$	$5,0 \times 10^{10}$	$1,0 \times 10^{10}$
F3	<i>Streptococcus salivarius ssp. termophilus</i>	$3,7 \times 10^{10}$	$9,6 \times 10^9$	$5,9 \times 10^9$
	<i>Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus</i>	$3,7 \times 10^{10}$	$9,6 \times 10^9$	$5,9 \times 10^9$
	<i>Bifidobacterium bifidum</i>	6×10^{10}	$1,1 \times 10^{10}$	$1,0 \times 10^{10}$
F4 (Padrão)	<i>Streptococcus salivarius ssp. termophilus</i>	$3,2 \times 10^{10}$	1×10^9	$6,0 \times 10^8$
	<i>Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus</i>	$3,2 \times 10^{10}$	1×10^9	$6,0 \times 10^8$
	<i>Bifidobacterium bifidum</i>	$1,34 \times 10^{12}$	$1,4 \times 10^{11}$	$3,2 \times 10^{10}$

F1: Formulação contendo 5% de farinha de mandioca; F2: Formulação contendo 10% de farinha de mandioca; F3: Formulação contendo 20% de farinha de mandioca; F4: Formulação sem adição de farinha de mandioca (controle).

Fonte: Autoria própria, 2018.

Pode-se observar que ocorreu uma diminuição na quantidade de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) ao longo do tempo de análise, onde as formulações

apresentaram redução de bactérias lácticas e probióticas no tempo zero à quinze dias e de quinze à trinta dias, devido a exposição prolongada do congelamento dos microrganismos ao longo do tempo.

O congelamento e descongelamento em produtos probióticos mantidos congelados, podem causar prejuízo às células, como morte celular, inibição do desenvolvimento e redução ou interrupção da atividade metabólica. Porém, existem vários estudos mostrando que pode haver maior taxa de sobrevivência em temperaturas mais baixas, e que a mortalidade aumenta conforme o tempo de armazenamento (ALAMPRESE et al., 2002).

Segundo a legislação vigente, para que o produto seja considerado funcional, ele deve apresentar até o final de seu prazo de validade pelo menos entre 10^8 e 10^9 UFC na porção diária, o que equivale ao consumo de 100 g de produto contendo entre 10^6 e 10^7 UFC de microrganismos probióticos (BRASIL, 2002), portanto, os resultados obtidos nas análises de bactérias probióticas de todas as formulações desenvolvidas excederam o mínimo necessário no tempo 30 dias de armazenamento, estando de acordo com a Legislação.

Fernandes (2015) afirma que houve um decréscimo da população de *L. delbrueckii* em 150 dias de armazenamento em todas as formulações de sorvete, esta redução decorre de injúrias causadas pelo congelamento ou outros mecanismos de estresse, como a incorporação de oxigênio durante a mistura, o que acaba favorecendo o decréscimo da contagem.

Salomão et al. (2013) observaram que outras espécies de micro-organismos probióticos se mantiveram praticamente inalteradas em relação a população de células viáveis, com uma redução inferior a um ciclo logarítmico em sorvete convencional de morango adicionado de cultura mista armazenado por 90 dias a -15°C . Por outro lado, Souza et al. (2011) obtiveram resultados inferiores, os quais observaram uma redução de 2 ciclos logarítmicos da população de células viáveis de *L. casei* LC-1 adicionado em sorvete convencional sabor creme armazenado por 98 dias a -20°C .

Schlabit (2014) afirma que algumas das formulações em seus estudos obtiveram um decréscimo na concentração dos micro-organismos, durante 45 dias de estocagem o estudo foi realizado na aplicação de soro de ricota na elaboração de bebida láctea fermentada funcional.

O crescimento da *Bifidobacterium bifidum* se mostrou viável no produto, tendo apresentado resultados mínimos de 10^{10} UFC/g entre os 30 dias de análise, tendo um bom desempenho por estar presente juntamente com *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* que serviram como produtoras de acidez.

Shah e Lankaputhra (1997) estudaram a viabilidade de bactérias probióticas em leites fermentados utilizando células rompidas e inteiras de *L. bulgaricus* e *S. thermophilus* e células inteiras de bactérias probióticas *L. acidophilus*, e uma espécie de *Bifidobacterium*; *B. longum*, *B. infantis*, *B. bifidum*. Contagens de bactérias probióticas viáveis após fermentação foram dois ciclos log mais altas em iogurte preparado com bactérias rompidas do iogurte e células inteiras de bactérias probióticas. A viabilidade das bactérias probióticas após seis semanas foi superior a recomendação de 10^6 UFC/g.

Mazochi et al. (2010) afirma em seus estudos referentes a iogurte probiótico produzido com leite de cabra suplementado com *Bifidobacterium ssp.* que a contagem do número de células viáveis de *Bifidobacterium ssp.* (*B. longum*, *B. breve*, *B. pseudolongum* e *B. bifidum*) permaneceram entre 10^6 e 10^8 UFC/mL e que a contagem de *Bifidobacterium ssp.* ao longo do tempo foi estatisticamente semelhante, demonstrando que nenhum *Bifidobacterium* apresentou um comportamento superior a outro. De acordo com Awaisheh, Haddadin e Robinson (2005), bactérias probióticas devem, após a ingestão, alcançar os intestinos em porcentagens elevadas para serem capazes de sobreviver, aderir às paredes intestinais, multiplicar-se e, talvez, exercer seus efeitos de promoção à saúde.

Um estudo realizado com leite de cabra fermentado por *B. animalis* e *L. acidophilus*, mostra que durante a estocagem refrigerada do leite fermentado, ambas as espécies tiveram alto índice de sobrevivência, sendo superiores que 10^7 UFC/g (KONGO et al. 2006).

O consumo de produtos contendo *L. bulgaricus* e *B. bifidum* têm a potencialidade de melhorar os movimentos peristálticos do intestino, aumentando a absorção de nutrientes, prevenindo ou controlando infecções intestinais, bloqueando os receptores dos patógenos, inativando os efeitos das enterotoxinas e favorecendo o desenvolvimento de microrganismos resistentes a patógenos, especialmente contra *Escherichia coli* (LEE et al., 1999).

5.3.3 Análise de Colorimetria

Tabela 11: Resultados das análises de colorimetria nos tempos 0, 15, 30 dias.

Valor L*	F1	F2	F3	F4 (Padrão)	Média
Tempo 0	73,56 ^{Aa}	67,41 ^{Ba}	71,55 ^{ABa}	69,27 ^{ABb}	70,45
Tempo 15	64,13 ^{Ab}	71,49 ^{Aa}	69,66 ^{Aa}	70,58 ^{Ab}	68,97
Tempo 30	73,73 ^{Aa}	73,31 ^{Aa}	71,61 ^{Aa}	75,5 ^{Aa}	73,54
Média	70,47	70,74	70,94	71,78	
Valor a*	F1	F2	F3	F4 (Padrão)	Média
Tempo 0	1,22 ^{Ca}	1,44 ^{BCb}	1,58 ^{Ca}	2,11 ^{Ab}	1,59
Tempo 15	1,54 ^{Bb}	1,53 ^{Bb}	1,38 ^{Ba}	2,29 ^{Ab}	1,69
Tempo 30	2,53 ^{Bc}	2,91 ^{ABa}	2,09 ^{Ca}	3,08 ^{Aa}	2,65
Média	1,76	1,96	1,26	2,49	
Valor b*	F1	F2	F3	F4 (Padrão)	Média
Tempo 0	11,31 ^{BCb}	11,95 ^{Ba}	14,34 ^{Aa}	10,52 ^{Ca}	12,03
Tempo 15	13,09 ^{ABa}	12,33 ^{ABa}	14,11 ^{Ab}	11,46 ^{Ba}	12,75
Tempo 30	10,98 ^{Bb}	13,13 ^{Aa}	13,13 ^{Ab}	11,29 ^{Ba}	12,13
Média	11,79	12,47	13,86	11,09	

Obs: valores com letras distintas diferem entre si a nível de 5% ($p > 0,05$). Letras **minúsculas** (a,b,c) comparam os valores de 0, 15 e 30 dias entre as amostras. Letras **Maiúsculas** (A,B,C) comparam valores entre as formulações F1, F2, F3 e F4.

Fonte: **Autoria própria, 2018.**

Ao avaliar os valores de **L*** que expressa à luminosidade, podemos concluir que as amostras apresentaram valores elevados, mostrando que a colorimetria das amostras apresenta luminosidade clara, quando comparados na escala de luminosidade de 0 a 100. No tempo de 0 dias, a amostra F1 apresentou melhor luminosidade, enquanto a formulação F2 apresentou o menor desempenho de luminosidade para esse tempo, as demais formulações mantiveram seus valores próximos aos valores de F1 e F2. Nos tempos de 15 e 30 dias, as amostras não apresentaram nenhuma diferença a nível estatístico ($p > 0,05$).

Em relação a comparação entre amostras, a formulação F1 sofreu variação durante os três tempos, onde acabou apresentando uma decaída na luminosidade no tempo de 15 dias, porém, no tempo 30 manteve valores semelhantes aos encontrados na análise inicial. A formulação padrão F4, também apresentou adulteração de luminosidade durante os tempos de análise, nos tempos de 0 e 15 dias ela apresentou valores inferiores aos encontrado na análise de 30 dias, demonstrando que no tempo trinta apresentava maior luminosidade do que nos

primeiros 15 dias de fabricação. As demais formulações, F2 e F3, não apresentaram nenhuma adulteração em suas propriedades durante os 30 dias de análise.

Referente aos valores encontrados de a^* , no tempo 0 de análise, a formulação F4 apresentou valores mais elevados, seguido da formulação F2 que apresentou valores próximos ao das formulações F1 e F3, estas que apresentaram os menores valores dentre os encontrados na análise do tempo zero. No tempo de 15 dias, a formulação padrão apresentou resultado mais elevado, enquanto as demais formulações mantiveram seus valores semelhantes. No tempo 30 todas as amostras se igualavam nos resultados obtidos. Fernandes (2016) encontrou resultados totalmente opostos, aonde os valores de a^* aumentaram conforme a concentração de farelo de mandioca nas formulações de sorvete, deduzindo que o aumento no teor de farelo acarretou aumento na coloração vermelha.

Quanto as formulações, a formulação F1 aumentou seus valores de a^* , consideravelmente ao longo dos tempos de análise, apresentando diferença nos três tempos, enquanto a formulações F2 e F4 apresentaram redução na análise de 30 dias. A formulação F3 manteve seus valores em todo o tempo de análise.

Segundo Silva (2012), teores de gordura do sorvete pode alterar os valores de a^* conforme a quantidade, pois em seus estudos envolvendo sorvete *light* com fibra alimentar, conforme o aumento nos teores de gordura houve aumento dos resultados para coloração avermelhada.

Analisando os valores de b^* , que representa a variação de tonalidade do amarelo ou azul, todas as formulações apresentaram resultados positivos para tonalidade amarela, onde a formulação F3 apresentou a maior média, seguidas pelas formulações F2, F1 e pela formulação padrão F4, que apresentou os menores índices durante as análises. Isso pode ser explicado devido à concentração de farinha nas formulações, a mesma deixava o sorvete com uma maior tonalidade amarela, e conforme a adição mais intensa se tornou a cor do sorvete; também pela adição do soro do leite que é um líquido obtido no processo de fabricação do queijo e da caseína, que apresenta coloração que vai entre o verde e o amarelo (COSTA et al., 2014).

Quanto ao tempo, a formulação F1 apresentou diferença no tempo de 15 dias de análise, aonde apresentou valor elevado, apresentando valor similar ao valor inicial na análise de 30 dias. A formulação F3 apresentou uma queda em seus

resultados durante os tempos de análises, enquanto as formulações F2 e F4 mantiveram seus valores semelhantes a nível estatístico ($p > 0,05$).

Deve-se lembrar, que não houve adição de corante em nenhuma das formulações, toda a cor característica do sorvete sabor leite condensado, foi proveniente da coloração presente no sabor em pó adicionado, da calda do sorvete que continha o soro e da farinha de mandioca adicionada em suas respectivas concentrações que auxiliaram o produto a apresentar a cor amarelada.

É comum as indústrias alimentícias fazerem uso de corantes, pois a cor e a aparência são fundamentais para a aceitação do produto aos olhos do consumidor, sendo que a ausência da coloração que geralmente se associa ao sabor do produto pode vir a causar uma dificuldade de aceitação por parte do consumidor (LOPES et al., 2007).

5.3.4 Análise Sensorial

Na escala do ideal foram empregados pontos de 1 a 5, sendo 1 equivalente a muito menos que ideal e 5 equivalente a muito mais que o ideal. Na avaliação global, se apresentou uma escala com 9 pontos, sendo o quesito 1 correspondente a desgostei muitíssimo indo até o quesito 9 que correspondia a gostei muitíssimo.

A Tabela 12 mostra os valores encontrados através da soma da média e do desvio padrão para os atributos avaliados pelos 142 julgadores.

Tabela 12: Resultados (média \pm desvio padrão) Obtidos na Análise Sensorial.

Atributos	Formulação F1	Formulação F2	Formulação F3	Formulação F4 (Padrão)
	Média \pm DP	Média \pm DP	Média \pm DP	Média \pm DP
Escala do Ideal				
Aparência	3,06 ^{ab} \pm 1,04	2,89 ^{bc} \pm 0,99	2,67 ^c \pm 1,10	3,21 ^a \pm 0,99
Consistência	2,75 ^a \pm 0,99	2,42 ^b \pm 1,00	2,27 ^b \pm 1,08	2,89 ^a \pm 1,05
Textura	2,71 ^b \pm 0,94	2,32 ^c \pm 0,91	2,03 ^d \pm 1,00	2,96 ^a \pm 1,04
Cor	3,27 ^{ab} \pm 0,90	3,19 ^b \pm 0,94	2,99 ^c \pm 1,07	3,45 ^a \pm 0,95
Doçura	2,75 ^b \pm 1,01	2,35 ^c \pm 0,96	1,90 ^d \pm 0,94	3,23 ^a \pm 0,99
Sabor	2,56 ^b \pm 1,01	2,25 ^c \pm 0,97	1,73 ^d \pm 0,84	3,15 ^a \pm 1,11
Escala Hedônica				
Avaliação Global	5,18 ^b \pm 2,09	4,11 ^c \pm 2,09	3,31 ^d \pm 1,94	6,06 ^a \pm 2,00

Obs: valores com letras distintas entre as linhas diferem entre si a nível de 5%.

Fonte: Autoria própria, 2018.

Pode se notar que nos atributos de consistência e textura todas as formulações obtiveram resultados abaixo da media da escala do ideal. Em relação a textura, as formulações que continham farinha de mandioca podem ter sido menos aceitas devido a arrenosidade da farinha presente (FERNANDES, 2016). Para obter um sorvete de boa qualidade é necessário que a textura da massa seja suave e cremosa. Entre os principais defeitos de fabricação estão assimilados ao resultado do sabor e textura inadequados (MAGALHÃES; BROIETTI, 2010).

De modo geral, pode se notar que a formulação padrão F4 foi a que obteve os melhores resultados em todos os atributos da escala do ideal. Dentre as formulações com adição de farinha, a formulação F1 que conteve 5% de farinha de mandioca, foi a que apresentou melhores resultados depois da formulação padrão. Alguns julgadores descreveram que as formulações F2 e F3 apresentavam pequenos grânulos residuais da farinha de mandioca no sorvete, sendo perceptíveis no paladar.

Em relação à aparência, pode se avaliar que as formulações F4 e F1 foram as que receberam melhor pontuação quando comparado com as outras duas formulações,

No atributo consistência, todas as amostras apresentaram valores abaixo do ideal, ressaltando que a consistência do produto elaborado não obteve uma boa aceitação. Conforme expresso na Tabela 12 as quatro formulações apresentaram valores distintos entre si, obtendo maior rejeição pelos julgadores as formulações com maior adição de farinha, pois as formulações com 10% e 20% foram as que receberam respectivamente as piores avaliações nesse quesito. Podendo presumir assim, que a adição da farinha de mandioca e a isenção de gordura nas formulações podem ter acarretado em uma menor aceitação quanto a esse atributo.

Embora não ter sido feito uso de corante, apenas a formulação F3 não obteve bons resultados quanto a cor, as demais formulações obtiveram resultados próximos entre si. Segundo Fernandes (2016) a cor “amarelo-amarronzada” do farelo de mandioca pode causar redução na aceitabilidade quanto a cor em sorvetes que levam a sua adição em maiores concentrações.

A cor pode ser o primeiro contato do consumidor com um produto, sendo considerada a apresentação visual do mesmo, sendo que todo produto possui uma aparência e cor esperadas pelo consumidor, que geralmente são associadas às reações pessoais de aceitação, indiferença e rejeição (TEIXEIRA, 2009). a cor do

sorvete foi proveniente do sabor que foi adicionado, sendo uma cor característica ao do leite condensado.

Os atributos doçura e sabor apresentaram resultados semelhantes quanto a ordem de aceitação, a quantidade de farinha adicionada, altera a doçura do produto, pois quanto maior a adição da farinha maior foi a rejeição dos julgadores perante aos atributos. A formulação F3 que continha 20% de farinha de mandioca, obteve valores bem abaixo quando comparados com a formulação padrão F4, ressaltando ainda mais que a farinha altera sim a doçura e sabor do produto. Na parte de observações que constavam na ficha de avaliação, os julgadores podiam descrever ou acrescentar opiniões sobre o produto, sendo apontado por parte dos julgadores, que as formulações com maior quantidade de farinha apresentavam um palato mais azedo no sorvete.

A aceitação dos sorvetes em relação ao atributo sabor diminuiu com a adição do farinha de mandioca. Lamounier et al. (2015) obteve resultados parecidos em relação ao sabor, aonde as formulações com 0 e 5% de adição de farinha de jabuticaba obtiveram melhor aceitação do que a formulação com maior quantidade de farinha adicionada. A adição do farelo causa mudanças na cor, na textura e sabor do sorvete, devido ao sabor residual causado pela presença das fibras. O julgador ao receber um produto com características diferentes às do produto convencional geralmente tende a não aceitar tão bem o novo produto.

Pela análise de impressão global pode se notar que apenas a formulação padrão obteve boa aceitação pelos julgadores, ressaltando, que as formulações com adição de farinha de mandioca devem ser aperfeiçoadas para poderem ser bem aceitas. A percepção do julgador durante a avaliação em sorvetes engloba diversas percepções como arenosidade, cremosidade, corpo e maciez, que quase sempre estão ligadas ao pH e teor de gordura do produto (INOUE; SHIOTA; ITO, 1998). A isenção de gordura e adição da farinha de mandioca, acabara contribuindo para que as formulações F2 e F3 apresentassem residual da farinha na formulação, dando aspecto de arenosidade ao paladar dos julgadores.

Quando perguntados sobre a intenção de compra, apenas 58% dos participantes demonstraram interesse pela compra do produto, alegando a compra pelo fato do produto ser diferente dos habituais e por apresentar características nutritivas a saúde devido o fato de ser *light*. Os 42% que não teriam a intenção de compra, alegaram que o produto necessitava de melhorias e que os grânulos de

farinha presentes em uma das amostras não eram agradáveis ao paladar, sendo descrito que o produto não apresentava doçura nem consistência característica dos demais sorvetes já encontrados no comércio.

Quanto à preferência entre as formulações, a Figura 14 demonstra que a formulação padrão F4 obteve 64% de preferência entre os julgadores, sendo a formulação preferida quando comparado com as outras, a formulação F1 obteve 22% de preferência, sendo a melhor das que continham a adição de farinha. As formulações F2 e F3 obtiveram 11% e 3% respectivamente, sendo a formulação F3 a menos apreciada pelos julgadores. Podendo concluir através disso, que apenas a formulação com 5% de farinha foi melhor apreciada pelos julgadores.

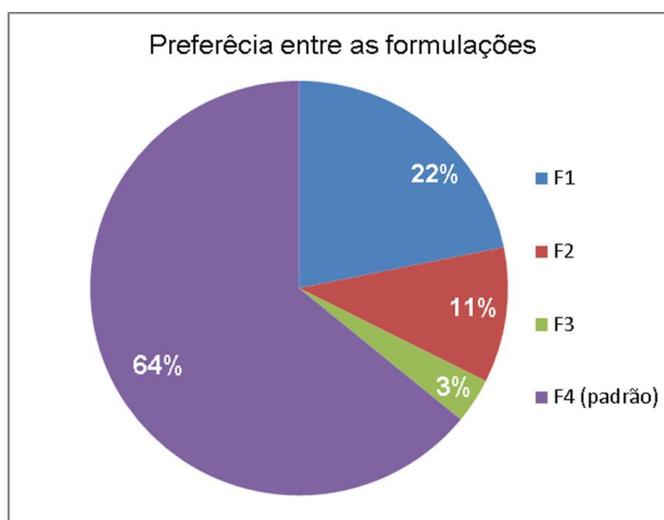
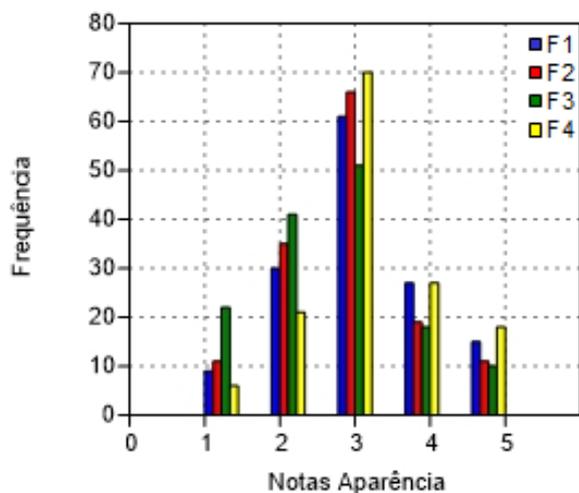
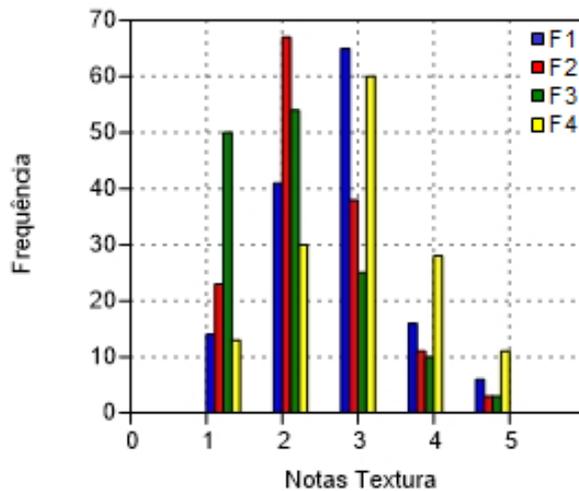


Figura 14: Percentual de preferência das formulações desenvolvidas
Fonte: Autoria própria, 2018.

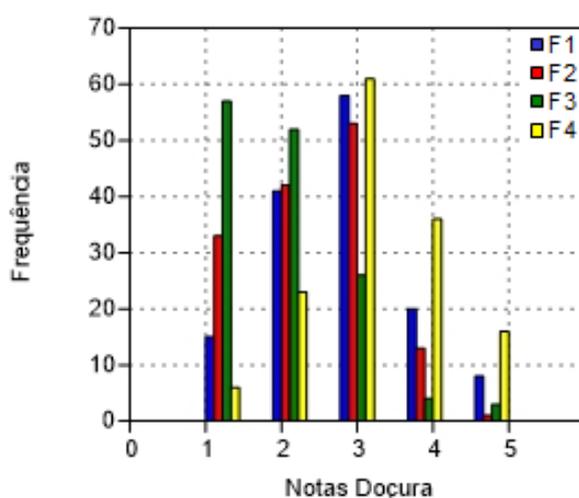
A Figura 15 apresenta os gráficos de frequência de aceitação dos julgadores da análise sensorial nos atributos avaliados pela escala do ideal.



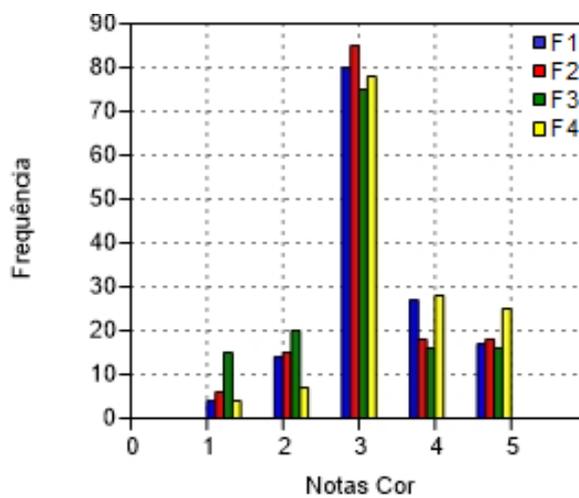
(A)



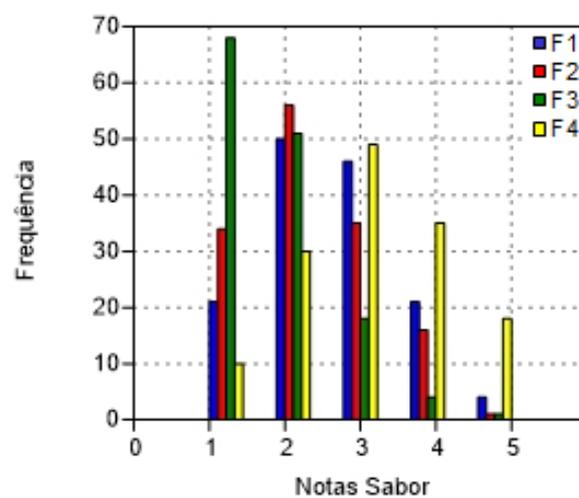
(B)



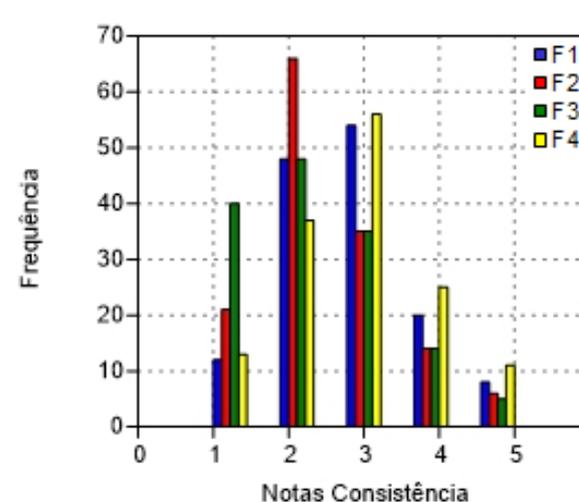
(C)



(D)



(E)



(F)

Figura 15: Percentuais de frequência de aceitação dos julgadores por meio da escala do ideal, nos atributos (A) aparência, (B) textura, (C) doçura, (D) cor, (E) sabor e (F) consistência
 Fonte: Autoria própria, 2018.

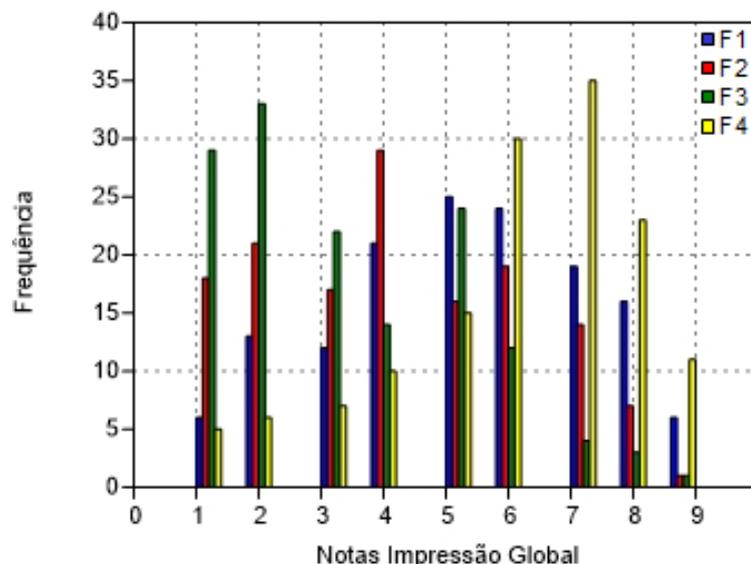


Figura 16: Gráfico representando os resultados percentuais de frequência de aceitação dos julgadores por meio da escala Hedônica
Fonte: Autoria própria, 2018.

Conforme podemos ver na Figura 16 referente às notas de impressão global, nas escalas 6, 7, 8, 9 a formulações F2 e F3 apresentaram totalmente o oposto das formulações F1 e F4 (padrão), tendo maiores frequências nas escalas de 1, 2, 3 e 4, destacando a diferença das mesmas pelos julgamentos durante análise sensorial.

Ao desenvolver um novo produto, um dos pontos fundamentais é avaliar sua aceitabilidade, a fim de prever seu comportamento frente ao mercado consumidor (MOSCATTO et al., 2004). Tratando-se de um produto novo *light* onde os julgadores nunca e/ou ocasionalmente haviam consumido um produto assim, pode ter acarretado um fator determinante para a avaliação, sendo que o mesmo pode ser comparado aos atributos de um sorvete convencional quando degustado pelo julgador, sendo que as formulações apresentaram algumas mudanças em relações aos sorvetes encontrados no mercado.

Segundo Teixeira et al. (1987) um produto pode ser considerado como aceito, em termos de suas propriedades sensoriais, quando obtiver um Índice de Aceitabilidade (IA) de, no mínimo, 70%. Analisando a Figura 16 podemos ver que nenhuma das amostras atendeu de fato a aceitabilidade exigida, deixando claro que para uma possível incorporação do produto no mercado, o mesmo necessita de revisão e melhorias quanto a sua formulação e atributos.

Conforme resultados expressos na Figura 15, ao analisarmos os atributos da escala do ideal, vemos que somente o atributo cor atingiu 70% necessários para a

boa aceitação, os demais atributos afirmam que o produto deve ser melhorado para que futuramente seja desenvolvido e aceito pelos consumidores.

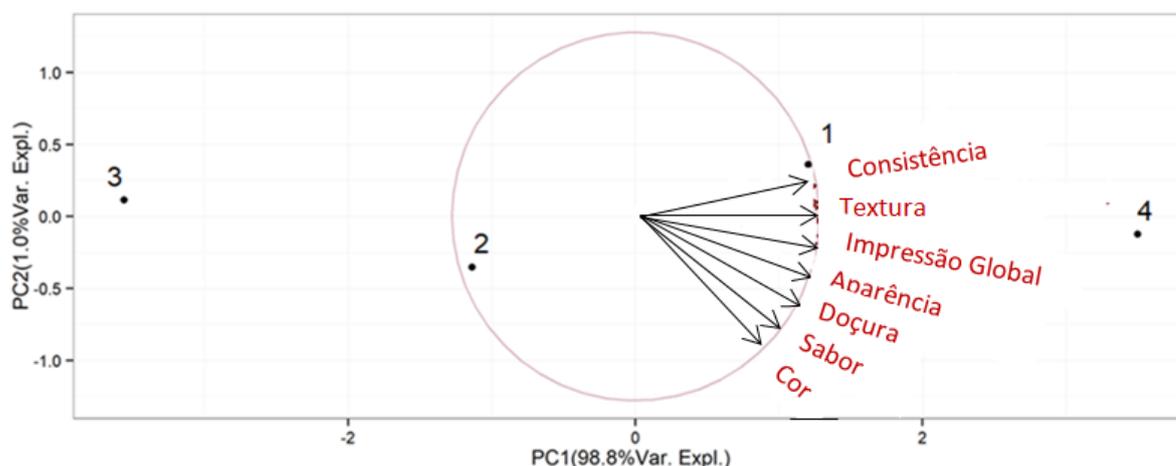


Figura 17: Representação gráfica dos resultados da análise de componentes Principais do perfil sensorial das formulações de sorvete
Fonte: Autoria própria, 2018.

Na Figura 17, aplicou-se a análise de componentes principais nas quatro formulações, onde as duas componentes principais explicam a maior parte da variância (99,80%) entre as amostras quanto sua aceitação.

A separação espacial das amostras de sorvete sugere a existência de quatro grupos de acordo com a aceitação das mesmas. Assim, pode-se sugerir que a presença de farinha de mandioca no sorvete alterou as características do produto, formando grupos distintos. Estes resultados sugerem que as formulações F1 (5% de farinha) e F4 (Padrão) em relação a consistência, textura aparência, sabor, cor, doçura e impressão global foram as mais aceitas, porém a formulação F4 (Padrão) se mostrou superior para o conjunto de atributos avaliados. Já as formulações F2 (10% de farinha) F3 (20% de farinha) tiveram menor aceitação em relação os atributos avaliados.

O melhor desempenho da formulação F1 (5% de farinha), em relação à amostra F3 (20% de farinha) pode ser atribuído ao fator da mesma apresentar menor quantidade de farinha, menos grânulos, ficando menos perceptível na análise contribuído para uma melhor aceitabilidade.

6. CONCLUSÃO

A formulação padrão F4 apresentou melhor desempenho na análise sensorial, porém, nenhuma das amostras apresentou aceitabilidade maior que 70%, concluindo, que o fato do produto não ser comum e apresentar atributos diferentes dos sorvetes convencionais, pode ter ocasionado uma menor aceitação sensorial. A isenção da gordura pode ter interferido em alguns aspectos julgados na análise sensorial, pois quando incorporada no sorvete, apresenta e melhora os aspectos de cremosidade, textura e flavor, garantindo bons aspectos nesses parâmetros, que não foram muito bem aceitos sensorialmente no presente estudo.

Quanto a colorimetria do produto elaborado, todas as amostras apresentaram índice de luminosidade amarelo clara, o que se era esperado devido a cor amarelada da farinha de mandioca e do soro adicionado .

A formulação com 5% de farinha de mandioca cozida foi a porcentagem mais adequada entre os três valores adicionados, a mesma apresentou melhor aceitabilidade, resistência ao derretimento e *overrun* quando comparada com as formulações com 10 e 20%, sendo a concentração de 5% o valor mais adequado de farinha para se adicionar em sorvete com base nos resultados obtidos pelo presente estudo, porém, para o produto elaborado poder ser implantado e comercializado, o mesmo necessita de melhorias na sua formulação para que possa atender os parâmetros sensoriais exigidos pelos consumidores.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para que o produto apresente melhores resultados na aceitação entre os julgadores ou para efetuar melhorias no seu processamento, algumas adequações podem ser desenvolvidas em trabalhos futuros para se obter um produto com maior qualidade e aceitabilidade perante o consumidor.

Podendo elaborar formulações com teores menores de farinha de mandioca cozida, a fim de aprimorar os estudos sobre a porcentagem mais adequada de farinha a ser adicionada, como também realizar análises físico-químicas e microbiológica na farinha de mandioca cozida antes do seu uso.

Estudar outros métodos de moagem, a fim de otimizar e reduzir a granulometria dos grãos da farinha de mandioca cozida.

Adicionar algum produto substituinte da gordura, proporcionando os mesmos aspectos obtidos quando a mesma é adicionada.

Fazer a adição dos probióticos através da sua microencapsulação, a fim de avaliar o desempenho das bactérias e a viabilidade no produto durante o armazenamento.

Efetuar a análise de textura e viscosidade no produto elaborado e também analisar o produto por mais tempo a fim de verificar o tempo e a sua durabilidade.

REFERÊNCIAS

- ALAMPRESE, C.; FOSCHINO, R.; ROSSI, M.; POMPEI, C.; SAVANI, L. survival of *Lactobacillus johnsonii* la1 and influence of its addition in retail-manufactured ice cream product with different sugar and fat concentrations, **International Dairy Technology**, v. 12, 2002.
- ALMEIDA, A. B. S.; FERREIRA, M. A. C.; BARBOSA, T. A.; SIQUEIRA, A. P. S.; SOUZA, E. R. B. Elaboração e avaliação sensorial de sorvete diet e sem lactose de mangaba endêmica do cerrado. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 3, n. 3, p. 38-41, jul./set. 2016.
- ANDRADE, E. T.; BORÉM, F. M.; HARDOIM, P. R. **Cinética de secagem do café cereja, bóia e cereja desmucilado, em quatro diferentes tipos de terreiros.** Revista Brasileira de Armazenamento – Especial Café, Viçosa, v. 1, n. 7, p. 37-43, 2003.
- ANTUNES, A. J. **Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino.** São Paulo: Manole Ltda., 150 p., 2003.
- AOAC, ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis.** 16th ed. Washington D.C.: AOAC, 1997. v.2.
- ABIS, Associação Brasileira das Indústrias de Sorvetes. **Produção e consumo de sorvetes no Brasil,** 2015. Disponível em:http://www.abis.com.br/estatistica_producaoconsumodesorvetesnobrasil.html. Acesso: 02 mar, 2018.
- ABIA, Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos. **Compêndio de Legislação de Alimentos: decreto nº 55.871 de 26 de março de 1965.** São Paulo: ABIA, p. 31-33, 1989.
- AWAISHEH, S. S.; HADDADIN, M. S. Y.; ROBINSON, R. K. Incorporation of selected nutraceuticals and probiotic bacteria into fermented milk. *Int. Dairy J.*, v.15, p.1184-1190, 2005.
- BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES, T. C. Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arquivo Brasileiro Endocrinologia Metabolismo**, vol.57, pp.397-405, n.6, 2013.
- BERGEY, D. H.; HOLT J. G. **Bergeys Manual de Bacteriologia Determinativa.** (1994). 9ª edição, Williams & Wilkins, Baltimore, Maryland.
- BENDALI, F.; DURAND, A.; HÉBRAUD, M.; SADOUN, D. *Lactobacillus paracasei* subsp. paracasei: an Algerian isolate with antibacterial activity against enteric pathogens and probiotic fitness. **Journal of Food and Nutrition Research.** v. 50, n. 3, p. 139–149, 2011.

BERTAZZONI MINELLI, E.; BENINI, A.; MARZOTTO M.; SBARBATI, A.; RUZZENENTE, O.; FERRARIO, R.; HENDRIKS, H.; DELLAGLIO, F. Assessment of novel probiotic *Lb. casei* strains for the production of functional dairy foods. **International Dairy Journal**, v. 14, p. 723-736, 2004.

BILLMEYER, F. W. Jr; SALTZMAN, M. **Principles of color technology**. New York: John Wiley & Sons, 240p. 1981.

BOFF, C. C.; CRIZEL, T. M.; ARAÚJO, 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**, v.43, n.10, p.1892-1897, 2013.

BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. **Drying cereal grains**. 2nd ed. Westport: The AVI Publishing Co, p. 265, 2004.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Agência de Vigilância Sanitária. **Portaria n. 25, de 04 de abril de 1988**. Os produtos a base de edulcorantes, com ou sem adição de sacarose passa a denominar-se “Adoçantes Dietéticos”. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 04 de abr. 1988.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria n. 540, de 27 de outubro de 1997**. Aprova o regulamento técnico: Aditivos alimentares – definições, classificação e emprego. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 de out. 1997.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998**. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 16 de janeiro de 1998.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos. **IX – Lista de alegações de propriedade funcional aprovadas**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm>. Acesso em: 02 mar 2018.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 29, de 13 de janeiro de 1998**. Aprova o Regulamento Técnico referente a Alimentos para Fins Especiais. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 30 de março de 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n. 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. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 29 abr. 1999.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Consulta Pública nº 28, de 01/06/00. Regulamento Técnico para a Fixação de Identidade e Qualidade de Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2000.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Agência de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 2, de 7 de janeiro de 2002.** Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e ou de Saúde, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 17 julho de 2002.

BRASIL. Ministério da saúde. **Resolução nº 267, de 25 de setembro de 2003.** 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] República Federativa do Brasil, Brasília, Seção, 26 set, 2003.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003.** Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. Diário Oficial da União, Brasília, 18 de setembro de 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução n. 266, de 22 de setembro de 2005.** Regulamento técnico para gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, Seção, 23 ago. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos:** lista de alegações de propriedade funcional aprovadas. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento Técnico sobre a Informação Nutricional Complementar.** Resolução n. 54. Brasília, DF. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 53, de 10 de abril de 2013.** Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Soro de Leite. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 243, 26 de Julho de 2018.** Dispõe sobre os requisitos sanitários dos suplementos alimentares. Diário Oficial da União, Ed. 144, p. 100, de 27 de julho 2018.

BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 241, de 26 de Julho de 2018.** Dispõe sobre os requisitos para comprovação da segurança e dos benefícios à saúde dos probióticos para uso em alimentos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, Seção, 27 de jul. de 2018.

CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. **Alimentos para fins especiais: dietéticos.** São Paulo: Varela, 2000.

CARVALHO, K. D. **Utilização de soro de leite doce na fabricação de sorvete de massa.** 2013. 197 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento

Sustentável, Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino – Unifae, São João da Boa Vista, 2012. Disponível em: <<http://www.fae.br/mestrado/dissertacoes/2012/Utiliza%C3%A7%C3%A3o%20de%20soro%20de%20leite%20doce%20na%20fabrica%C3%A7%C3%A3o%20de%20sorvete%20de%20massa..pdf>>. Acesso em: 15 out, 2018.

CARDOSO, G. S. P. **Avaliação físico-química e microbiológica do leite cru refrigerado soro dos queijos minas frescal e mussarela estocados sob diferentes temperaturas.** 2014. 125 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Ciência Animal, Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014. Disponível em: <https://ppgca.evz.ufg.br/up/67/o/Tese2014_Gizelda_Siqueira.pdf>. Acesso em: 08 nov, 2018.

CARLI, E. M. **Utilização de Lactobacillus paracasei como probiótico para o controle de Salmonella spp em frangos de corte.** 2006. 76 pag. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

CAMARGO, K. F.; LEONEL, M.; MISCHAN M. M. Produção de biscoitos extrusados de polvilho azedo com fibras: efeito de parâmetros operacionais sobre as propriedades físicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 586-591, 2008.

CAPRILES, V. D.; SILVA, K. A.; FISBERG, M. Prebióticos, probióticos e simbióticos: nova tendência no mercado de alimentos funcionais. **Nutrição Brasil**, n. 6, p. 327-335, 2005.

CANDIDO, L. **Alimentos para fins especiais: dietéticos.** 2 ed: São Paulo: varela, 1996.

CEREDA, M. P. Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização.** São Paulo: Fundação Cargill, v.4, cap.1, p.13-37. 2001. (Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas). Disponível em: <<http://www.abam.com.br/livroscargil/>>. Acesso: 01 mar, 2018.

CHARLEY, H.; WEAVER, C. Milk. In: _____. **Foods: a scientific approach.** Upper Saddle River: Merrill Prentice Hall. v.19, p.308-323, 1998.

CHIU, C. H.; LU, T. Y.; TSENG, Y. Y.; PAN, T. M. The effects of Lactobacillus-fermented milk on lipid metabolism in hamsters fed on high-cholesterol diet. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 71, p. 238-245, 2006.

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

CORRÊA, A. D. **Farinha de folhas de mandioca (Manihot esculenta crantz cv. Baiana) - efeito de processamentos sobre alguns nutrientes e antinutrientes.** 2000. 108p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, 2000.

CORRÊA, P. C.; RESENDE, O.; MARTINAZZO, A. P.; GONELI, A. L. D.; BOTELHO, F. M. Modelagem matemática para a descrição do processo de secagem do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em camadas delgadas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 501 -510, 2007

CORTEZ, N. M. S. **Diagnóstico da produção do soro de queijo no estado do Rio de Janeiro.** 2013. 96f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013.

COSTA, C. M.; AZEVEDO, C. A.; AZEVEDO, L. A.; LINS, M. F.; VEIGA, R. L.; LIMA, S. F. **Soro do leite e os danos causados ao meio ambiente.** X Encontro Brasileiro sobre adsorção, Guarujá – SP, 2014.

CUI, Z.; XU, S.; SUN, D. Microwave vacuum drying kinetics of carrot slices. **Journal of Food Engineering**, v. 65, p. 157-164, 2004.

DANTAS, L. A; MATA, M. E. R. M; DUARTE, M. E. M. **Programa Computacional Dinâmico para Simulação de Secagem de Grãos e Sementes de Milho.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.13, n.3, p.309-318, 2011. Disponível em: < <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev133/Art13311.pdf>>. Acesso: 31 out, 2018.

DAROIT, G. **Em expansão, o mercado de sorvetes enfrenta desafios.** 2014. Jornal do comercio. Disponível em: <<https://www.jornaldocomercio.com/site/noticia.php?codn=183074>>. Acesso : 06 mar, 2018.

DE VRESE, M., SCHREZENMEIR, J. Probiotics, prebiotics, and synbiotics **Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology**. v. 111, p.1 – 66, 2008.

DENARDIN, C. C.; SILVA, L. P. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**, v. 39, n 3, p. 1 – 10, 2009.

DOWNES, F. P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods.** 4.ed. Washington: American Public Health Association, 676p. 2001.

FAOSTAT - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS STATISTICS. Produção mundial de mandioca, 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/>>. Acesso: 01 mar, 2018.

FERNANDEZ, L. C. **Desenvolvimento de sorvetes probióticos à base de extrato solúvel de soja.** 2015. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Aplicada) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2015. doi:10.11606/D.97.2015.tde-04082015-170729. Acesso: 30 out, 2018.

FERNANDES, D. D. S. Maltodextrin addition and cassava bran in ice cream formulation. 2016. 99 pag. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

FERREIRA, A. K. LUNKES, F. C. Bebida Láctea Fermentada Simbiótica com adição de Polpa de Cambuci: um alimento funcional. 2016. 77p. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2016.

FIORDA, F. A. **Bagaço e fécula de mandioca na elaboração de farinhas cruas e pré-gelatinizadas, snacks e macarrões instantâneos com amaranto**. 2011.187p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) -Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011. Disponível em:< <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/2250>>. Acesso: 01 mar, 2018.

FOUST, A. S.; WENZEL, L. A.; CLUMP, C. W.; MAUS, L.; ANDERSEN, L. B. **Princípios das Operações Unitárias**. Rio de Janeiro, LTG, 2ª ed., 1980.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Probióticos, prebióticos e sibióticos**, São Paulo, SP: Editora Insumos *Ltda*, v. 17, 2011.

FOOD INGRDIENTS BRASIL. **Desenvolvendo alimentos com baixo teor de gordura**. São Paulo. N°5, 2008, Disponível em: <http://www.revista-fi.com/edicoes_materias.php?id_edicao=14>. Acesso . 02 out, 2018.

FREELAND-GRAVES, J. H.; PECKHAM, G. C. **Foundations of food preparation**. 6. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 750p, 1996.

FRANZ, C. M. A. P.; CHIO, C. S.; HOLZAPFEL, W. H. Probiotics: taxonomy and technological feautres. In.: SHAH, N. P.; CRUZ, A. G.; FARIA,J. A. F. (org) **Probiotic and prebiotic foods: techonology, stability and to human health**: New York:Nova Science Publishers, 2011. Pag 1-23.

FREITAS, W. C. Aspectos higiênico-sanitários, físico-químicos e microbiota láctica de leite cru, queijo de coalho e soro de leite, produzidos no Estado da Paraíba. João Pessoa, 2011. 89f. **Tese** (Doutorado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba.

GALDINO, I. K. C. P. O. **Determinações bromatológicas em soro de queijo de cabra utilizando a espectroscopia de infravermelho próximo (NIR)**. 2016. 52 p. TCC (Graduação) - Curso de Farmácia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.

GEANKOPLIS, C. J. **Transport process and unit operations**, 3 ed., New Jersey: Prentice Hall, 1993.

GEORGE, J. P.; DATTA, A. K. “**Development and validation of heat and mass transfer models for freeze-drying of vegetable slices**”, 52, pp. 89-93, 2002.

GIL-MUNOZ, R.; GOMEZ-PLAZA, E.; MARTINEZ, A.; LOPES ROCA J. M. 1997. Evolution of the CIELAB and other spectrophotometric parameters during wine fermentation. Influence of some pre and post fermentative factors. **Food Res. Int.** 30, 699-705p. 1997.

GONELI, A. L. D.; NASU, A. K.; GANCEDO, R.; ARAÚJO, W. D.; SARATH, K. L. L. C. Cinética de secagem de folhas de erva baleeira (*Cordia verbenacea* DC). **Revista brasileira de plantas medicinais**, v.16. n.2, Botucatu, 2014.

GOFF, H. D. Formation and stabilization of structure in ice cream and related products. **Current Opinion in Colloid and Interface Science.** V. 7, 2002.

GOFF, H. D.; KINSELLA, J. E.; JORDAN, W. K. Influence of various milk protein isolates on ice cream emulsion stability. *J. Dairy Sci.*, v. 72, n. 2, p. 385-397, 1989.

GRICE, H. C.; GOLDSMITH, L. A. Sucralose: an overview of the toxicity data. **Food and Chemical Toxicology**, v. 38, n. 2, p. 1-6, 2000.

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. 03, p. 255-262, 2005.

HAMMER, Ø., HARPER, D. A. T., Ryan, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica** 4(1). 2001. Disponível em: <https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>. Acesso: 03 set, 2018.

HUFFMAN, L. M. Processing whey protein for use as a food ingredient. **Food Technology**, v.50, p.49-52, 1996.

HUTTEAU, F.; MATHOLOUTHI, M.; PORTMAD, M.O.; KILCASTB, D. Physicochemical and psychophysical characteristics of binary mixtures of bulk and intense sweeteners. **Food Chemistry**, v. 63, n. 1, p. 9-16, Sept. 1998.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**/coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.p.1020.versão eletrônica.

INSTITUTE OF MEDICINE. (IOM). FOOD AND NUTRITION BOARD. (FNB). **Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids.** Washington: The National Academies Press, 1331p., 2005.

INOUE, K.; SHIOTA, K.; ITO, T. Preparation and properties of ice cream type frozen yogurt. **International Journal of Dairy Technology**, v.51, n.2, p.44-50, 1998.

JAYAPRAKASHA, H.; BRUECKNER, H. Whey protein concentrate: a potential functional ingredient for food industry. **Journal Food Science Technology.** v.36, n.3, p.189- 204, 1999.

KASK, S.; ADAMBERG, K.; ORLOWSKI, A.; VOGENSEN, F. K.; MOLLER, P. L.; ARDO, Y.; PAALME, T. Physiological properties of *Lactobacillus paracasei*, *L. danicus* and *L. curvatus* strains isolated from Estonian semi-hard cheese. **Food Research International**, v. 36, p. 1037-1046, 2003.

KEY, R. B. Theoretical foundation of drying technology. In: Mujumdar, A. S. **Advances in drying**. Washington: Hemisphere Publishing Corporation, v. 1, p. 1-22, 1980.

KONGO, J. M.; GOMES, A. M.; MALCATA, F. X. Manufacturing of fermented goat milk with a mixed starter culture of *Bifidobacterium animalis* and *Lactobacillus acidophilus* in a controlled bioreactor. *Lett. Appl. Microbiol.*, v.42, p.595-599, 2006.

KONICA MINOLTA S. Inc. Comunicação precisa da cor. 57 p. 1998.

LAMOUNIER, M. L.; ANDRADE, F. D. A.; MENDONÇA, C. D.; MAGALHAES, M. L. Desenvolvimento e caracterização de diferentes formulações de sorvetes enriquecidos com farinha de casca de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 70, n. 2, p.93-104, abr. 2015.

LEE, F. Y.; WHITE, C. H. Effect of ultrafiltration retentates and whey protein concentrates on ice cream quality during storage. **Journal Dairy Science.**, v.74, n.4, p.1171-1180, 1991.

LEE, Y. K.; NOMOTO, K.; SALMINEN, S.; GORBACH, S.L. Handbook of probiotics. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1999. 211p.

LEBEER, S.; VANDERLEYDEN, J.; AND DE KEERSMAECKER S. C. J. Genes and Molecules of *Lactobacilli* Supporting Probiotic Action. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, v.71, n.4, p. 728-764, 2008

LIN, F. M.; CHIU, C. H.; PAN, T. M. Fermentation of milk-soymilk and Lycium Chinese Miller mixture using a new isolate of *Lactobacillus paracasei subsp. paracasei* NTU101 and *Bifidobacterium longum*. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 31, p. 559-564, 2004.

LOPES, T. J.; XAVIER, M. F.; QUADRI, M. G. N.; QUADRI, M. B. (2007). Antocianinas: Uma Breve Revisão das Características Estruturais e da Estabilidade. **R. Bras, Agrociência**, Pelotas, 13(3), 291-297.

MAGALHÃES, P. J.; BROIETTI, F. C. D. **Gestão de Qualidade na Elaboração de Sorvetes**. UNOPAR Cient. Exatas Tecnol., Londrina, v. 9, n. 1, p. 53-60, Nov. 2010.

MAIEVES, H. A. **Caracterização física, físico química e potencial tecnológico de novos cultivares de mandioca**. 2010,144p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MAZOCHI, V.; MATOS JÚNIOR, F. E.; VAL, C. H.; DINIZ, D. N.; RESENDE, A. F.; NICOLI, J. R.; SILVA, A. M. (2010). **logurte probiótico produzido com leite de cabra suplementado com *Bifidobacterium* spp.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 62(6), 1484-1490. Disponível em:<<https://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352010000600027>>. Acesso: 07 nov, 2018.

MALANDRIN, R.; PAISANO, M.; COSTA, Os Sorvetes: um mercado sempre pronto para crescer com inovações. **Food Ingredients**, n. 15, p. 42-48, nov-dez. 2001.

MCCABE, W. L.; SMITH, J. C.; HARRIOTT, P. **Operaciones Unitarias en Ingeniería Química**, Madrid, McGraw-Hill, 5ª edición, 1998. 857 p.

MCCABE, W. L.; SMITH, J. C.; HARRIOTT, P. **Unit operations of chemical engineering**. EUA, McGraw-Hill, 5th edition, 1993.

MENDONÇA, C. R. B.; ZAMBIAZI, R. C.; GULARTE, M. A.; GRANADA, G. G. Características sensoriais de compotas de pêssago *light* elaboradas com sucralose e acesulfame-K. **Ciência e Tecnologia de Alimentos [online]**. 2005, vol.25, n.3, pp.401-407. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612005000300002>>.

MERCOSUL, Grupo Mercado Comum, Resolução N° 83/93. **Aprova as definições de funções de Aditivos Alimentares**. XII Grupo Mercado Comum, Montevideu, 14 jan.1994.

MEDICI, M.; VINDEROLA, C. G.; PRDIGÓN, G. Gut mucosal immunomodulation by probiotic fresco cheese. **International Dairy Journal**, v.14, p. 611-618, 2004.

MIDILLI, A.; KUCUK, H.; YAPAR, Z. **A new model for single layer drying**. Drying Technology, v.20, p.1503-1513, 2002.

MILLIATTI, M. C. **Estudo reológico de formulações para sorvetes produzidos com diferentes estabilizantes**.2013. 107 pag. Dissertação (Mestrado) -faculdade ciências farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.acesso: 06 out, 2018.

MONTALDO, A. **La yuca o mandioca**. San José: IICA, 1985. 386p.

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

MOSCATTO, J. A.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, S. H.; HAULY, M. C. O. Farinha de yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 634-640, 2004. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612004000400026>>.

MORR, C. V.; FOEGEDING, E. A. Composition and functionality of commercial whey and milk protein concentrates and isolates: A status report. **Food Technol.**, v.44, n.1, p.100-112, 1990.

NABESHIMA, E. H; OLIVEIRA, E. D. S; HASHIMOTO, J. M; JACKIX, M. N. H. Propriedades físicas do sorvete de baunilha elaborado com substitutos de gordura e sacarose. **B.ceppa**, Curitiba, v. 19, n. 2, p.169-182, 2001.

NUNES, L.; SANTOS, M. G. Caracterização físico-química de soros obtidos de diferentes tipos de queijos. Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2015.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos: Componentes dos alimentos e processos**. Porto Alegre: Artmed, v. 1, P. 294, 2005.

PAGE, G. E. **Factors influencing the maximum rates of air dryings shelled corn in thin layer**. Thesis (Master of science) - purdue University, 1949.

PARSONS, J. G.; DYBING, S. T.; CODER, D. S. Acceptability of ice cream made with processed wheys and sodium caseinate. **Journal of Dairy Science**, v.68, n.11, p.2880-2885, 1985.

PARK, K. J.; COLATO, A.; OLIVEIRA, R. A. **Conceitos e equipamentos de secagem**. Campinas, v.1, 2007.

PARK, K. J.; YADO, M. K. M.; BROD, F. P. R. **Estudo de secagem de pêra bartlett (Pyrus sp.) em fatias**. Ciência e Tecnologia de Alimentos [online], Campinas, v. 21, n. 3, p. 288-292, 2001. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.590/S0101-20612001000300007>>. Acesso: 31 out, 2018.

PAIVA, A. F. O. **Geração Automática de Modelos de Simulação de uma Linha de Produção na Indústria Têxtil**. Dissertação de mestrado. Engenharia industrial, Universidade de Minho. Guimarães. 2005. 239p. Disponível em:<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/3537/3/FilipePaiva_disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso: 31 out, 2018.

PACHECO, M. T. B.; DIAS, N. F. G.; BALDINI, V. L.; TANIKAWA, C. A. S.; SGARBIERI, V. C. Propriedades funcionais de hidrolisados obtidos a partir de concentrados protéicos de soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, v. 25, p.333-338, 2005.

PEREIRA, G. G.; RESENDE, J. V.; ABREU, L. R.; GIAROLA, T. M. O.; PERRONE, 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, v. 232, p. 1093–1102, 2011.

PEREIRA, C. **Propriedades funcionais de sorvete de morango diet com adição da enzima lactase e transglutaminase otimizada através da metodologia de superfície de resposta**. 2014, 232 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2014.

PINTO, F. A. **Metodologia da espectroscopia no infravermelho para análise dos soros provenientes da fabricação de queijos Minas padrão e prato**. 2010. 41p.

Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

RATTI, C. "Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review", **Journal of Food Engineering**, 49, pp. 311-319, 2001.

REITZ, T. C. Desenvolvimento e avaliação de sobremesa aerada de soro de leite sabor mirtilo. 2015. 55p. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7194/1/FB_COALM_2015_1_01.pdf>. Acesso: 05 nov. 2018.

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. **LWT – Food Science and Technology**, v. 48, n. 2, p. 224-230, 2012.

RODRIGUES, A. E. N. et al. Elaboração e caracterização de sorvete sabor chocolate utilizando farinha de banana verde como substituto de gordura. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, Brasil, v. 2, n. 7, p.309-315, 2017.

SALOMÃO, J; WALTER, E.H.M; CARDOSO, L.C.D; BARROS, E.B.P; LEITE, S.G.F. Elaboração de sorvete de morango com características probióticas e prebióticas. **Magistra, Cruz das Almas**, v. 25, 2013. Edição especial. Edição dos anais do III Congresso Brasileiro de Processamento de Frutas e Hortaliças, Ilhéus, set. 2013. Disponível em:<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/98260/1/2013-198.pdf>>. Acesso: 30 ago. 2018.

SANTOS, G. G.; SILVA, M. R. Sorvete de Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomez) preparado com substitutos de gordura e substitutos do açúcar. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 3, 2012.

SANTOS, D. C.; QUEIROZ, A. J. D. M.; FIGUEIREDO, R. M. F.; OLIVEIRA, E. N. A. Cinética de secagem de farinha de grãos residuais de urucum. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, Pb, v. 17, n. 2, p.223-231, jan. 2013.

SANTOS, G. G. Características físicas, químicas e aceitabilidade de sorvete com mangaba e reduzido teor energético, 2008. **Dissertação de pós-graduação**, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 1, p. 1-16, 2006.

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, p.761-763, 1993.

SCHLABITZ, C. "Aplicação de soro de ricota na elaboração de bebida láctea fermentada funcional". 2014. Dissertação (Mestrado) – Curso de Biotecnologia,

Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 28 mar. 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10737/592>>. Acesso 05 nov. 2018.

SILVA, V. M. Sorvete *light* com fibra alimentar: desenvolvimento, caracterização físico-química, reológica e sensorial. **Dissertação (Mestrado)**, Universidade Federal de Viçosa. MG, 2012.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2009.

SILVA, W. A. **Elaboração de sorvetes com redução de gordura à base de soro de leite**. 2017. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Sistemas Agroindustriais, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2016.

SILVA, K. Sorvetes com diferentes produtos de soro de leite bovino: avaliações sensoriais, físico-químicas e ultra-estruturais. **Dissertação de mestrado**, Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, SP. 2004.

SILVA, F. A. S.; DUARTE, M. E. M.; CAVALCANTI-MATA, M. E. R. M. **Nova metodologia para interpretação de dados de análise sensorial de alimentos**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, vol. 30, n.5, p. 967-973, 2010.

SILVA, E.; SILVA, L. C. B.; MONTE, L. G. C. **Qualidade e segurança do sorvete artesanal**. 2012. 90 f. TCC (Graduação) - Curso de Química, Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium, Lins, 2012.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4 ed. São Paulo: Varela, 2010.

SILVA, S. V. **Desenvolvimento de logurte Probiótico com Prebiótico**. 2007. 106p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. RS.

SILVEIRA, E. O.; NETO, J. H. P. L.; SILVA, L. A.; RAPOSO, A. E. S.; CARDARELLI, H. R. Caracterização Físico-Química do soro de leite de cabra submetido a diferentes tratamentos térmicos. Simpósio Sobre Inovação na indústria de lácteos. **Anais...** Campinas, SP, 2013.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3.ed. Varela, 2007.

SIRÓ, I; KÁPOLNA, E.; KÁLPONA, B.; LUGASI, A. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance. **Appetite**, v. 51, p. 456-467, 2008.

SOLER, M. P. **Sorvetes**. Instituto de Tecnologia de Alimentos. Centro de Informação em Alimentos: Campinas, 2001, p. 36 e 37.

SOLER, M. P.; VEIGA, P. G. **Sorvetes**. Campinas: ITAL/CIAL, 68 p. (Especial, 1), 2001. Zaaragoza: Acribia S. A. 121p, 2002.

SOUSA, F. C.; MARTINS, J. J. A.; ROCHA, A. P. T.; GOMES, J. P.; PESSOA, T.; MARTINS, J. N. Predição de modelos sobre a cinética de secagem de folhas de *Ziziphus joazeiro* Mart. **Revista Brasileira de Plantas Medicais**, Botucatu, v. 17, n. 2, 2015.

SOUZA, J. C. B.; COSTA, M. R.; DE RENSIS, C. M. V. B.; SIVIERI, K. ice cream: composition, processing and addition of probiotic. **Alimento e Nutrição**. Araraquara, v.21, n.1, 2010.

SOUZA, J. C. B.; GUERGOLETTTO, K. B.; GARCIA, S.; SIVIERI, K. Viabilidade da adição de *Lactobacillus casei* (LC-1) protegido com trealose e goma acácia em sorvetes. **Alimentos e Nutrição**., Araraquara, v. 22, n. 2, p. 231-237, abr./jun. 2011.

SHAH, N .P.; LANKAPUTHRA, W. E. V. Improving viability of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium spp.* in yogurt. *Int. Dairy J.*, Amsterdam, v.7, p.349-356, 1997.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. 4ª edição revisada e ampliada, UNICAMP, Campinas, SP. 2011.

TASHIMA, L.; CORREA, S. S.; CRUZ, A. J. S. D. G.; JORDÃO, I. M. **Análise comparativa da composição centesimal do soro de leite bovino, caprino e ovino**. Simpósio Sobre Inovação na indústria de lácteos. Anais... Campinas, SP, 2013.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.; BARBETA, P.A. Análise sensorial dos alimentos. Florianópolis: **UFSC**, 1987.182 p.

TEIXEIRA, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Rev. Inst. Latic.**, Candido Tostes, v. 366, n. 64, p.12-21, fev. 2009.

TEIXEIRA, L. V.; FONSECA, L. M.; MENEZES, L. D. M. Avaliação da qualidade microbiológica dos soros de queijos minas padrão e mozzarella, produzidos em quatro regiões do estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, v.59, n.1, p.264-267, 2007. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/%0D/abmvz/v59n1/44.pdf>>. Acesso: 05 nov. 2018.

THARP'S FOOD TECHNOLOGY. Endurecimento do sorvete causas e prevenção. 2008. 175, **Stanford Avenue**. pag 24- 31,

THAMER, K. G.; PENNA, A. L. B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v 26, p.589-595, 2006.

TIRUMALESHA, A.; JAYAPRAKASHA, H. M. Effect of admixture of spray dried whey protein concentrate and butter milk powder on physico-chemical and sensory characteristics of ice cream. **Journal of Dairy Science**, v.51, n.1, p.13-19, 1998.

TUO, Y.; ZHANG, W.; ZHANG, L. AI, L. ZHANG, Y. HAN, X. & Yi, H. (2013). **Study of probiotic potential of four wild *Lactobacillus rhamnosus* strains**. *Anaerobe*, 21, 22-27.

UMBELINO, D. C. **Caracterização por Análise Descritiva Quantitativa e Análise Tempo-Intensidade de Suco e de Polpa de Manga (*Mangifera indica* L.) Adoçados com Diferentes Edulcorantes**. 2005, 190p. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

VINDEROLA, G.; GAVILAN, C.D,LR.; REINHEIMER, J. (2009). **Probiotics and prebiotics in fermented dairy products,” in Contemporary Food Engineering**, eds C. P. Ribeiro and M. L. Passos. New York: CRC Press and Taylor & Francis Group., 601–634.

VINDEROLA C. G.; PROSELO W.; GHILBERTO D.; REINHEMER J. A. Viability of probiotic (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei*) and nonprobiotic microflora in Argentinian fresco cheese. **Dairy Science**, 2000.

VILPOUX, O. Desempenho dos arranjos institucionais e minimização dos custos de transação: transações entre produtores e fecularias de mandioca. **Rev. Econ. Sociol. Rural** [online], vol.49, pp.271-294, n.2, 2011.

VIVIAN, C. C. U; HERMANNNS, D. P. G; WEBER, F. H. Desenvolvimento de gelado comestível adicionado de linhaça e quinoa. **Revista Eletronica Cientifica**, UERGS. v. 3, n. 3, p.508-527, 2017.

VOORBERGEN, M.; ZWANENBERG, A. Whey-ing the future. **Dairy Industries International**, v.67, n.1, p.25-28, 2002.

WANG, C. U.; SINGH, R. P. **Use of variable equilibrium moisture content in modeling rice drying**. ASAE Paper,p.78-6505.asae, St.Joseph-MI,1978.

WHELAN, A. P.; VEGA, C.; KERRY, J. P.; GOFF, H. D. Physicochemical and sensory optimisation of a low glycemic index ice cream formulation. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 43, n.9, p.1520-1527, 2008.

WROBEL, A. M.; TEIXEIRA, E. C. O. **Elaboração e avaliação sensorial de um sorvete de chocolate com adição de biomassa de banana verde (*Musa spp*)**. 2017. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior de Tecnologia em Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

YAM, K.; PAPADAKIS, S. 2004. **A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces**. *Journal of Food Engineering* 61(1):137-142.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Termo de aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa




CELEIDE PEREIRA - Pesquisador | V3.2
 Sua sessão expira em: 39min 52

Cadastros

DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: GELADOS COMESTÍVEIS LIGHT E DIET ADICIONADOS DE Manihot esculenta crantz - um alimento energético e nutritivo
 Pesquisador Responsável: CELEIDE PEREIRA
 Área Temática:
 Versão: 1
 CAAE: 88238218.8.0000.0092
 Submetido em: 18/04/2018
 Instituição Proponente: CEI - Centro Educacional Integrado Ltda.
 Situação da Versão do Projeto: Aprovado
 Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável
 Patrocinador Principal: Financiamento Próprio



Comprovante de Recepção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_1112171

DOCUMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA

- ↳ Versão Atual Aprovada (PO) - Versão 1
 - ↳ Projeto Original (PO) - Versão 1
 - ↳ Documentos do Projeto
 - ↳ Comprovante de Recepção - Submissão
 - ↳ Cronograma - Submissão 1
 - ↳ Folha de Rosto - Submissão 1
 - ↳ Informações Básicas do Projeto - Subm
 - ↳ Orçamento - Submissão 1
 - ↳ Projeto Detalhado / Brochura Investiga
 - ↳ TCLE / Termos de Assentimento / Justif
 - ↳ Apreciação 1 - Centro Integrado de Ensino
 - ↳ Projeto Completo

Tipo de Documento	Situação	Arquivo	Postagem	Ações

LISTA DE APRECIÇÕES DO PROJETO

Apreciação [†]	Pesquisador Responsável [†]	Versão [†]	Submissão [†]	Modificação [†]	Situação [†]	Exclusiva do Centro Coord. [†]	Ações
PO	CELEIDE PEREIRA	1	18/04/2018	10/05/2018	Aprovado	Não	   

HISTÓRICO DE TRÂMITES

Apreciação	Data/Hora	Tipo Trâmite	Versão	Perfil	Origem	Destino	Informações
PO	10/05/2018 20:29:34	Parecer liberado	1	Coordenador	Centro Integrado de Ensino Superior da Faculdade Integrado de Campo Mourão - CIES	PESQUISADOR	
PO	10/05/2018 20:24:31	Parecer do colegiado emitido	1	Coordenador	Centro Integrado de Ensino Superior da Faculdade Integrado de Campo Mourão - CIES	Centro Integrado de Ensino Superior da Faculdade Integrado de Campo Mourão - CIES	
PO	30/04/2018 13:20:29	Parecer do relator emitido	1	Membro do CEP	Centro Integrado de Ensino Superior da Faculdade Integrado de Campo Mourão - CIES	Centro Integrado de Ensino Superior da Faculdade Integrado de Campo Mourão - CIES	
PO	30/04/2018 13:14:37	Aceitação de Elaboração de Relatório	1	Membro do CEP	Centro Integrado de Ensino Superior da Faculdade Integrado de Campo Mourão - CIES	Centro Integrado de Ensino Superior da Faculdade Integrado de Campo Mourão - CIES	
PO	23/04/2018 22:29:42	Confirmação de Indicação de Relatório	1	Coordenador	Centro Integrado de Ensino Superior da Faculdade Integrado de Campo Mourão - CIES	Centro Integrado de Ensino Superior da Faculdade Integrado de Campo Mourão - CIES	
PO	23/04/2018 22:25:04	Indicação de Relatório	1	Secretária	Centro Integrado de Ensino Superior da Faculdade Integrado de Campo Mourão - CIES	Centro Integrado de Ensino Superior da Faculdade Integrado de Campo Mourão - CIES	
PO	23/04/2018 22:24:40	Aceitação do PP	1	Secretária	Centro Integrado de Ensino Superior da Faculdade Integrado de Campo Mourão - CIES	Centro Integrado de Ensino Superior da Faculdade Integrado de Campo Mourão - CIES	
PO	18/04/2018 15:47:07	Submetido para avaliação do CEP	1	Pesquisador Principal	PESQUISADOR	Centro Integrado de Ensino Superior da Faculdade Integrado de Campo Mourão - CIES	

14/05/2018

Plataforma Brasil

LEGENDA:**(*) Apreciação**

PO = Projeto Original de Centro Coordenador

POp = Projeto Original de Centro Participante

POc = Projeto Original de Centro Coparticipante

E = Emenda de Centro Coordenador

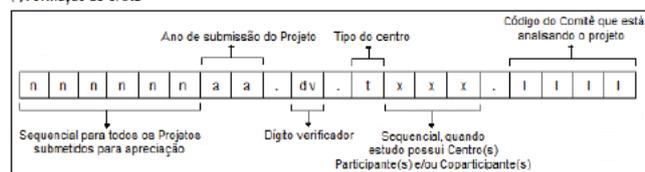
Ep = Emenda de Centro Participante

Ec = Emenda de Centro Coparticipante

N = Notificação de Centro Coordenador

Np = Notificação de Centro Participante

Nc = Notificação de Centro Coparticipante

(*) Formação do CAAE[Voltar](#)

Este sistema foi desenvolvido para os navegadores Internet Explorer (versão 7 ou superior),
ou Mozilla Firefox (versão 9 ou superior).

APÊNDICE B - Termo de consentimento livre e esclarecido



Faculdade Integrado de Campo Mourão - PR

Sede: Av. Irmãos Pereira, 670 centro – CEP: 87301-010 – Campo Mourão-PR – Fone/Fax: (44) 3518-2500
 Campus: Rod. BR 158 Km 208 – CEP: 87309-650 – Campo Mourão-PR – Fone/Fax: (44) 3518-2551
 E-mail: secretaria@grupointegrado.br
 Home Page: www.grupointegrado.br

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Você está sendo convidado (a) a participar, como voluntário (a), da pesquisa Gelados Comestíveis *Light* e *Diet* Adicionados de *Manihot Esculenta Crantz* – um alimento energético e nutritivo. No caso de você concordar em participar, favor assinar ao final do documento. Sua participação não é obrigatória e, a qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador (a) ou com a instituição. Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e endereço do pesquisador (a) principal, podendo esclarecer dúvidas do projeto e de sua participação.

Nome da pesquisa: Gelados Comestíveis *Light* e *Diet* Adicionados de *Manihot Esculenta Crantz* – Um Alimento Energético e Nutritivo.

Pesquisador (a) responsável: Profa Dra. Celeide Pereira

Endereço: Av. Brasília, 1343, Apt. 04, Bairro centro, Medianeira – PR, Cep: 85.884-000

Telefone: (45) 984167336

E-mail: celeide@utfpr.edu.br

PESQUISADORES PARTICIPANTES: Elciane Regina Zanatta, Profa. Dra. Carla Adriana Pizarro Schmidt, Profa. Dr. Valdemar Padilha Feltrin, Fernando Junges, Gabrieli Beatriz Ferronato, Diego Henrique Rockenbach.

Objetivos da pesquisa: Gelados comestíveis *light* e *diet* com adição de soro de queijo, concentrado protéico de soro, edulcorante e mandioca desidratada, e avaliar as características físico químicas, reológicas, microbiológicas e avaliar sua aceitabilidade sensorial.

Procedimentos do estudo: O julgador será integrante de uma equipe, que avaliará formulações de gelados comestíveis *light* e *diet* com adição de soro de queijo, concentrado protéico de soro, edulcorante e mandioca desidratada. Serão produzidas 4 formulações de gelados comestíveis *light* e *diet*, sendo 4 formulações de gelados comestíveis *light* e *diet* adicionadas de 5 %, 10 %, 20 % de mandioca desidratada e formulação padrão (sem adição de mandioca desidratada). Primeiramente, o julgador será orientado a beber água mineral, em temperatura ambiente, antes de testar as amostras. Em seguida, avaliará as amostras em uma classificação em que 1 será atribuído à amostra menos preferida e 4 para a mais preferida. A sessão durará no máximo 10 minutos e o participante poderá fazê-la no horário que tiver maior disponibilidade.

Custo/Reembolso para o participante: ao participante ou responsável não acarretará nenhum gasto assim como não receberá qualquer espécie de reembolso ou gratificação devido à participação na pesquisa.

Confidencialidade da pesquisa: a equipe de pesquisa manterá em sigilo a privacidade dos sujeitos quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. Apenas serão divulgados dados diretamente relacionados aos objetivos da pesquisa.

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO

Li, ou alguém leu para mim, as informações contidas neste documento antes de assinar este termo de consentimento. Declaro que fui informado sobre os métodos e meios do estudo a ser utilizado, as inconveniências, riscos, benefícios e eventos que podem vir a ocorrer em consequência dos procedimentos do estudo. Declaro que tive tempo suficiente para ler e entender as informações acima.

Declaro também que toda a linguagem técnica utilizada na descrição deste estudo de pesquisa foi satisfatoriamente explicada e que recebi respostas para todas as minhas dúvidas. Confirmando também que recebi uma cópia deste formulário de consentimento. Compreendo que sou livre para me retirar do estudo em qualquer momento, sem perda de benefícios ou qualquer outra penalidade.

Dou meu consentimento de livre e espontânea vontade e sem reservas para participar deste estudo.

Nome do participante (em letra de forma)	Assinatura do participante ou representante legal	Data

OBS: caso necessário poderá ser acrescentado mais linhas de acordo com o número de participantes.

Atesto que expliquei cuidadosamente a natureza e o objetivo deste estudo, os possíveis riscos e benefícios da participação no mesmo, junto ao participante e/ou seu representante autorizado. Acredito que o participante e/ou seu representante recebeu todas as informações necessárias, que foram fornecidas em uma linguagem adequada e compreensível e que ele/ela compreendeu essa explicação.

Celeide Pereira

Assinatura do pesquisador

Data

APÊNDICE C - Ficha da análise sensorial

Nome: _____ Gênero: _____ Idade: _____

Avalie o produto de acordo com sua preferência tendo como base as escalas do Ideal e hedônica, disponibilizadas a seguir:

Escala do Ideal

- 1 - Muito menos que o ideal
- 2 - Menos que o ideal
- 3 - Ideal
- 4 - Mais que o ideal
- 5 - Muito mais que o ideal

Amostras	Aparência	Consistência	Textura	Cor	Doçura	Sabor
378						
845						
962						
482						

Com base na escala hedônica realize a avaliação global do produto levando em conta o conjunto do produto com todos os atributos anteriormente avaliados.

Escala Hedônica

- 1 – Desgostei muitíssimo
- 2 – Desgostei muito
- 3 – Desgostei regularmente
- 4 – Desgostei ligeiramente
- 5 – Indiferente
- 6 - Gostei ligeiramente
- 7 - Gostei regularmente
- 8 - Gostei muito
- 9 - Gostei muitíssimo

Amostras	Nota da escala Hedônica - Avaliação Global do produto
378	
845	
962	
482	

Você gosta do produto? () Sim () Não

Entre os produtos qual foi o seu preferido () 378 () 845 () 962 () 482

Você compraria os produtos analisados aqui? () Sim () Não Por que? _____

Obs: _____

Obrigado pela Colaboração!