

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO  
DE BEBIDA LÁCTEA UHT USADA NA PREPARAÇÃO DE  
SORVETE *SOFT SERVE*

Mestranda: Júlia Nascimento Vieira  
Orientadora: Dra. Priscila Alonso dos Santos  
Coorientador: Dr. Edmar Soares Nicolau

Rio Verde - Goiás  
Outubro – 2019

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO  
DE BEBIDA LÁCTEA UHT USADA NA PREPARAÇÃO DE  
SORVETE *SOFT SERVE*

Mestranda: Júlia Nascimento Vieira  
Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Priscila Alonso dos Santos  
Coorientador: Dr. Edmar Soares Nicolau

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia Goiano Campus  
Rio Verde como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de  
Alimentos para obtenção do título de mestre.

Rio Verde- Goiás  
Outubro – 2019

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

V658a Vieira, Júlia Nascimento  
AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO DE BEBIDA  
LÁCTEA UHT USADA NA PREPARAÇÃO DE SORVETE SOFT SERVE  
/ Júlia Nascimento Vieira; orientadora Priscila  
Alonso dos Santos; co-orientadora Edmar Soares  
Nicolau. -- Rio Verde, 2019.  
69 p.

Dissertação ( em Mestrado em Tecnologia de  
Alimentos) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio  
Verde, 2019.

1. mistura líquida para sorvete. 2. shelf life. 3.  
soro de leite concentrado. 4. tratamento térmico. 5.  
reologia. I. Alonso dos Santos, Priscila, orient.  
II. Soares Nicolau, Edmar, co-orient. III. Título.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO  
DE BEBIDA LÁCTEA UHT USADA NA PREPARAÇÃO DE  
SORVETE *SOFT SERVE***


Autora: Júlia Nascimento Vieira  
Orientadora: Priscila Alonso dos Santos


TITULAÇÃO: Mestre em Tecnologia de Alimentos – Área de Concentração em  
Tecnologia e Processamento de Alimentos.

APROVADA em 30 de outubro de 2019.

  
Dr<sup>a</sup>. Amanda Mattos Dias Martins  
Avaliadora externa  
Doutora em Ciência e Tecnologia de  
Alimentos

  
Dr<sup>a</sup>. Lismaira Gonçalves Caixeta Garcia  
Avaliadora externa  
IF Goiano/Rio Verde

  
Dr. Leandro Pereira Cappato  
Avaliador interno  
IF Goiano/Rio Verde

  
Dr<sup>a</sup>. Priscila Alonso dos Santos  
Presidente da banca  
IF Goiano/Rio Verde

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese  | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação                      | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação                             | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |   |

Nome Completo do Autor: Júlia Nascimento Vieira

Matrícula: 2017202330740129

Título do Trabalho: AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO DE BEBIDA LÁCTEA UHT USADA NA PREPARAÇÃO DE SORVETE SOFT SERVE

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: \_\_/\_\_/\_\_

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde      21/02/2020  
Local                      Data

Júlia Nascimento Vieira  
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Divula Valério da Silva  
Assinatura do(a) orientador(a)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por mais essa conquista, ele esteve comigo em todos os momentos felizes e de tristeza, porque ele sempre é surreal, por guiar os meus passos, por ter concedido sabedoria, paciência e persistência para alcançar meus objetivos e nunca desistir.

À minha mãe Juliana, exemplo de determinação e coragem, que sempre priorizou a minha educação e estava ao meu lado, dando forças e incentivo. As minhas irmãs Gabriela, exemplo de persistência, e Beatriz, exemplo de foco, que sempre torceram pelo meu sucesso, apoiaram e impulsionaram nessa jornada.

Ao Tio Joao, que sempre incentiva os estudos e a persistência em cada jornada.

Ao Geraldo, marido e amigo que me ouve e me ajuda a encontrar ânimo quando não consigo, obrigada pela paciência com as minhas ausências.

À minha orientadora, Priscila Alonso dos Santos, primeiramente por ter aceitado me orientar, pela oportunidade concedida de desenvolver este trabalho e pela confiança em mim depositada, obrigada pela paciência em compreender minhas dificuldades

Ao meu coorientador externo, Edmar Soares Nicolau, agradeço todo apoio na realização deste projeto. Muito obrigada!

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde e ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, pelo auxílio e contribuições para minha formação acadêmica e profissional. Agradeço também a todos os funcionários e discentes que fizeram parte dessa jornada.

Aos meus amigos Jessyca, Tainara, Richard e Carlos, por terem me entendido, auxiliado e me acalmaram sempre que eu precisei de apoio

Aos demais familiares, amigos e colegas, obrigada a cada um, que de forma ou outra, compartilharam esses momentos comigo, contribuíram cada um de sua forma para a realização deste trabalho. Meu muito obrigada.

## **BIOGRAFIA DA AUTORA**

Júlia Nascimento Vieira, filha de José Roberto dos Santos Vieira Júnior e Juliana do Nascimento, nasceu no dia 17/04/1994 na cidade de Rio Verde. Engenheira de Alimentos formada pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde (2016) e Técnica de Segurança no Trabalho formada pela mesma Instituição em (2015). Durante a graduação foi voluntária no Laboratório de Frutas e Hortaliças da Instituição (2012-2013), posteriormente foi bolsista de iniciação científica, modalidade PIBIC, na área de Microbiologia e Segurança dos Alimentos (2013-2016) com pesquisas voltadas para implantação de programas de qualidade nos laboratórios de Engenharia de Alimentos da instituição e pesquisas de controle de qualidade microbiológica de queijos frescos comercializados no município de Rio Verde .

Em 2016 iniciou estágio na área de Controle e Garantia de Qualidade da Indústria de Alimentos Ourolac (Distrito de Ouroana, Rio Verde - Goiás), em seu trabalho de conclusão de curso da graduação descreveu os trabalhos realizados durante o estágio: acompanhamento de recepção, liberação e controle de qualidade de matérias-primas, insumos estocados e produto envasado na linha de produção de bebidas lácteas UHT e acompanhamento de validações de limpeza C.I.P.

Em agosto de 2017, iniciou o mestrado no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos sob a orientação da professora Dr<sup>a</sup>. Priscila Alonso dos Santos.

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b> .....	vi
<b>RESUMO</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	3
<b>2.1 BEBIDA LÁCTEA</b> .....	3
<b>2.1.1 Bebida láctea UHT com adição</b> .....	3
<b>2.1.2 Ingredientes obrigatórios</b> .....	4
<b>2.1.3 Ingredientes opcionais</b> .....	5
<b>2.2 SORVETES</b> .....	5
<b>2.2.1 O mercado de sorvetes</b> .....	8
<b>2.2.2 Composição de mistura líquida para sorvetes</b> .....	8
<b>2.2.3 Qualidade em sorvetes</b> .....	10
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	13
<b>OBJETIVOS</b> .....	16
<b>GERAL</b> .....	16
<b>ESPECÍFICOS</b> .....	16
<b>CAPÍTULO I</b> .....	18
<b>RESUMO</b> .....	18
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	20
<b>2. METODOLOGIA</b> .....	21
<b>2.1 MATERIAL</b> .....	21
<b>2.2 ANÁLISES DE QUALIDADE DO LEITE</b> .....	23
<b>2.2.1 Determinação de gordura</b> .....	23
<b>2.2.2 Determinação de Proteína</b> .....	24
<b>2.2.3 Determinação de Acidez</b> .....	24
<b>2.2.4 Determinação do pH (potencial hidrogeniônico)</b> .....	24



2.2.5	Determinação da densidade .....	24
2.2.6	Análise de extrato seco total.....	25
2.2.7	Análise de crioscopia .....	25
2.2.8	Análise de agentes inibidores do crescimento microbiano.....	25
2.3	<b>MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SORO DE LEITE FLUIDO CONCENTRADO</b> .....	26
2.3.1	Determinação da densidade .....	26
2.3.2	Análise de determinação dos sólidos totais.....	26
2.4	<b>AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA BEBIDA LÁCTEA UHT SABOR BAUNILHA</b> .....	26
2.4.1	Composição proximal.....	27
2.4.2	Análises físico-químicas.....	27
2.4.3	Análises microbiológicas da bebida láctea UHT .....	27
2.4.4	Comportamento reológico da bebida láctea UHT .....	28
2.4.5	Propriedades ópticas da bebida láctea UHT .....	28
2.4.6	Índice de sedimentação da bebida láctea UHT sabor baunilha .....	29
2.5	<b>ANÁLISES FÍSICAS DO SORVETE <i>SOFT SERVE</i></b> .....	29
2.5.1	<i>Overrun</i> do sorvete <i>soft serve</i> .....	29
2.5.2	Taxa de derretimento do sorvete <i>soft serve</i> .....	29
2.6	<b>ANÁLISES ESTATÍSTICAS</b> .....	30
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	31
3.1	<b>AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO LEITE</b> .....	31
3.2	<b>AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SORO DE LEITE FLUIDO CONCENTRADO</b> .....	31
3.3	<b>AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA BEBIDA LÁCTEA UHT SABOR BAUNILHA</b> .....	32
3.3.1	Composição proximal.....	33
3.3.2	Análises físico-químicas.....	34
3.3.3	Análises microbiológicas da bebida láctea UHT.....	38
3.3.4	Comportamento reológico da bebida láctea UHT .....	39
3.3.5	Propriedades ópticas da bebida láctea UHT .....	43
3.3.6	Propriedades físicas da bebida láctea UHT.....	47
3.4	<b>OVERRUN DO SORVETE <i>SOFT SERVE</i></b> .....	48
3.5	<b>TAXA DE DERRETIMENTO DO SORVETE <i>SOFT SERVE</i></b> .....	49
4	<b>CONCLUSÃO</b> .....	51
5	<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	51
6	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Diagrama do processamento de bebida láctea UHT sabor baunilha.....	22
Figura 2. Curvas de tensão de cisalhamento e viscosidade aparente das bebidas lácteas UHT sabor baunilha .....	42
Figura 3. Amostras dos Lotes 1 (Esquerda), Lote 2(Meio) e Lote 3 (Direita) no tempo 0 de shelf-life.....	46
Figura 4. Amostras das bebidas lácteas em diferentes tempos (A = tempo 60 dias; B = tempo 120 dias) .....	47
Figura 5. Resultados da taxa de derretimento (%) no dia zero de armazenamento .....	49
Figura 6. Resultados da taxa de derretimento (%) no dia 120 de armazenamento .....	50
Figura 7. Análise de derretimento, lote 1 dia 0, ao longo do tempo(fotos a cada 10 min), .....	50

## ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1- Resultados da avaliação da qualidade do leite .....	31
Tabela 2 - Resultados da avaliação da qualidade do soro de leite fluido .....	32
Tabela 3 - Resultados da composição proximal bebida láctea UHT .....	33
Tabela 4- Resultados de acidez (g ácido láctico /100 mL) e resultados de pH dos três lotes ao longo do armazenamento em diferentes temperaturas de estocagem.....	35
Tabela 5- Resultados das contagens mesófilos aeróbios (UFC/mL) das bebidas lácteas UHT.....	38
Tabela 6– Parâmetros de ajuste do modelo da Lei da Potência para as diferentes temperaturas de armazenamento .....	40
Tabela 7– Viscosidade aparente fixada em $100 \text{ s}^{-1}$ em relação a temperatura e o tempo de armazenamento .....	41
Tabela 8– Parâmetros cor $L^*$ , $a^*$ e $b^*$ para as bebidas lácteas UHT sabor baunilha para as diferentes temperaturas de armazenamento .....	43
Tabela 9 Parâmetros cor Croma, hue e Delta E para as bebidas lácteas UHT sabor baunilha para as diferentes temperaturas de armazenamento .....	44
Tabela 10- Resultados do índice de sedimentação (%) .....	47
Tabela 11- Resultados de <i>overrun</i> (%) .....	48

## LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

% = Porcentagem  
°C = Graus Celsius  
°D = grau Dornic  
a\* = Coordenada de cor instrumental  
ABIS = Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes  
AOAC = Official Methods of Analysis  
b\* = Coordenada de cor instrumental  
BHI = Brain Heart Infusion  
C\* = Chroma  
cm = centímetro  
D = densidade  
g = grama  
G =gordura  
IAL = Instituto Adolfo Lutz  
ISe = Índice de sedimentação (%)  
L\* = Luminosidade  
MAPA = Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento  
m = massa (g)  
min = minuto  
mL = mililitro  
n = Índice de comportamento (adimensional)  
NaOH = Hidróxido de sódio  
pH = potencial hidrogeniônico  
R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.  
RBQL = Rede Brasileira de Qualidade do Leite  
RDC = Resolução da Diretoria Colegiada  
rpm = Rotações por minuto  
RTIQ = Regulamento técnico de Identidade e Qualidade  
UFC = Unidades Formadoras de Colônias  
UHT = Ultra high temperature  
V<sub>inf</sub> = Volume do sedimento (mL)  
V<sub>total</sub> = Volume total (mL)  
τ = Tensão de cisalhamento (Pa)  
k = Índice de consistência (Pa.sn)  
γ = Taxa de deformação (s<sup>-1</sup>)  
s = segundos

## RESUMO

VIEIRA, JÚLIA NASCIMENTO. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, outubro de 2019. **Avaliação das condições de armazenamento de bebida láctea UHT usada na preparação de sorvete *soft serve***. Orientadora: Dra. Priscila Alonso dos Santos. Coorientador: Dr. Edmar Soares Nicolau.

Os sorvetes são compostos basicamente de: proteína do leite, açúcar, gordura, água, emulsificantes, estabilizantes, corantes, saborizantes e ingredientes adicionais como chocolate, biscoitos, *wafers*, pedaços de frutas e nozes entre outros. As características dos produtos alimentares, mudam ao longo do tempo de *shelf-life* podendo tornar-se indesejáveis. As características físicas do sorvete são influenciadas de acordo com a composição, sendo que o processo de fabricação escolhido interferirá diretamente o estado de agregação dos glóbulos de gordura, a quantidade de ar incorporado, o tamanho das bolhas de ar, a viscosidade da fase aquosa e o tamanho e estado de agregação dos cristais de gelo. No preparo do sorvete *soft serve* é utilizado a mistura para sorvete que é adicionada diretamente na máquina. Neste estudo foi realizada a caracterização físico-química e microbiológica da bebida láctea utilizada como mistura para sorvete e avaliada ao longo do armazenamento. Foi percebido estabilidade da mesma, sendo que para temperaturas mais altas ocorreu queda de pH, aumento de acidez e escurecimento por reação de *Maillard*. Também foi realizado estudo reológico e verificado comportamento pseudoplástico para as bebidas lácteas utilizadas como insumo para sorvete *soft serve*, após a extrusão foi estudado a estabilidade do mesmo através do índice de sedimentação e derretimento apresentando boas condições de consumo para todas as amostras analisadas.

**Palavras-chave:** bebida láctea UHT, mistura líquida para sorvete, *soft serve*, *shelf life*,

## ABSTRACT

VIEIRA, JULIA NASCIMENTO. Goiano Federal Institute - Rio Verde Campus - GO, October 2019. **Evaluation of uht milk drink storage conditions used in preparing soft serve ice cream.** Advisor: Dr. Priscila Alonso dos Santos. Co-advisor: Dr. Edmar Soares Nicolau.

Ice creams are basically composed of: milk protein, sugar, fat, water, emulsifiers, stabilizers, colorants, flavorings and additional ingredients such as chocolate, cookies, wafers, pieces of fruit and nuts, among others. The food products characteristics may change over the shelf-life and become undesirable. The physical characteristics of the ice cream are influenced by composition, and the manufacturing process chosen will directly interfere with the aggregation state of the fat globules, the air incorporated amount, the air bubbles size, the aqueous phase viscosity and the size and aggregation state of the ice crystals. In the soft serve ice cream manufacturing is used the mixture for ice cream that is added directly to the machine. In this study, the physicochemical and microbiological characterization of the milk drink used as an ice cream mixture were evaluated during storage. There was observed, a high stability and at higher temperatures there was a pH drop, acidity increase and darkening by *Maillard* reaction. A rheological study was also performed and pseudoplastic behavior was verified for dairy drinks used as an input for soft serve ice cream. After extrusion, its stability was evaluated through sedimentation and melting test showing good consumption conditions for all analyzed samples.

**Keywords:** UHT dairy drink, liquid ice cream mix, soft serve, shelf life

## 1. INTRODUÇÃO

O sorvete está inserido no grupo dos gelados comestíveis sendo definido como um produto congelado formado a partir de uma emulsão (mistura entre dois líquidos imiscíveis) entre gorduras e proteínas, ou da mistura entre água e açúcares, outros ingredientes podem ser adicionados desde que não descaracterizem o produto conforme RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005).

Os sorvetes conhecidos por *soft serve* são produzidos a partir de uma mistura líquida também conhecida como mix ou calda, essa mistura pode ser preparada diretamente pelo sorveteiro ou, geralmente é processada em instalações de laticínios, embaladas e distribuídas a granel, garantindo assim maior padronização e segurança microbiológica (ARBUCKLE, 1996; DAW, HARTEL, 2015). Podem existir pequenas variações nas formulações dessas misturas para sorvete através de modificações nos ingredientes, quantidades utilizadas e forma de processamento, visto que, quando produzidas por laticínios podem ser encontradas nas formas em pó ou líquida (GOFF, HARTEL, 2013).

O Brasil é o 10º maior produtor de sorvete do mundo e o 11º no ranking mundial de consumo médio anual por pessoa. De acordo com Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes - ABIS, de 2003 para 2016, o volume de sorvete consumido no país saltou de 686 milhões de litros para mais de 1 bilhão de litros por ano (ABIS, 2019). Nesse panorama, o consumo per capita de sorvetes teve pequena queda a partir de 2014 e nos anos seguintes apresentou um crescimento lento, incluindo sorvetes de massa, picolés e *soft serve*. Porém, levando em consideração os números do consumo de sorvete *soft serve* isoladamente, nota-se que este vem crescendo neste mesmo período, ou seja, esse produto está conquistando mercado de seus concorrentes diretos (ABIS, 2019; MINTEL, 2018; ZANI, 2019).

Além disso, pesquisas apontam que o surgimento de novos tipos de sorvete, com variações como premium, gourmet, orgânicos e veganos, deve fazer o mercado crescer

cerca de 81% até 2020 (MINTEL, 2018). Com o aumento das demandas dos consumidores, aliado a redes de distribuição cada vez mais amplas, tem impulsionado o desenvolvimento de processos e conceitos de embalagem para alimentos líquidos com prazo de validade prolongado (MCMAHON, 2013).

A produção de alimentos com aumento de *shelf-life* (vida de prateleira) cumprindo requisitos regulatórios e os requisitos de segurança dos alimentos, de tal forma que o consumidor adquira um produto da mais alta qualidade, tem se tornado grande desafio para a indústria de alimentos. Por isso, de acordo com dados do Sebrae (2017) é importante que o empreendedor da cadeia produtiva, desde a indústria até o comércio se prepare para a alta do consumo. Estudos sobre novas formulações e substituição de ingredientes em sorvetes são temas facilmente encontrados na literatura pela necessidade de inovação no mercado, porém, há escassez de trabalhos relacionados ao comportamento e as modificações estruturais que podem ocorrer nesses produtos durante o armazenamento, que são destinados para o comércio *soft serve*.

Os fatores intrínsecos que causam maiores influências durante a vida de prateleira desses produtos e podem ocasionar modificações indesejadas, são os tipos e qualidade de matérias-primas e insumos, a formulação do produto (quantidades de cada ingrediente) e a estrutura dos componentes. Já os fatores extrínsecos estão relacionados ao perfil de tempo-temperatura durante o processamento; variabilidade de pressão; controle de temperatura durante o acondicionamento e distribuição; contagem microbiana ambiental durante o processamento, armazenamento e distribuição, manuseio do consumidor entre outros (BOLLIGER, 2000; DAW, HARTEL, 2015; OLIVEIRA, 2008; FIB, 2011)

Portanto, diante da importância do estudo da estabilidade durante o *shelf-life* da mistura líquida utilizada para produção de sorvete *soft serve*, objetivou-se com esse trabalho a avaliação dos parâmetros físicos (reologia, densidade, cor e índice de sedimentação), físico-químicos (pH, acidez titulável, gordura, proteína, sólidos totais e cor) e microbiológicas (contagem bacteriana total e contagem de mesófilos aeróbios viáveis a 30°C) de uma bebida láctea UHT comercializada e utilizada como mistura líquida para sorvete *soft serve* ao longo do seu período de armazenamento (0, 60 e 120 dias) e seu impacto sobre as características físicas do sorvete (*overrun*, taxa de derretimento).



## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 BEBIDA LÁCTEA**

De acordo com a Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005, entende-se por bebida láctea “O produto lácteo resultante da mistura do leite (*in natura*, pasteurizado, esterilizado, UHT, reconstituído, concentrado, em pó, integral, semidesnatado ou parcialmente desnatado e desnatado) e soro de leite (líquido, concentrado e em pó) adicionado ou não de produtos ou substâncias alimentícias, gordura vegetal, leite fermentado, fermentos lácteos selecionados e outros produtos lácteos. A base láctea representa pelo menos 51% do total de ingredientes do produto” (BRASIL,2005).

As nomenclaturas para bebidas lácteas são de acordo com o método de produção seguido da composição dos ingredientes. De acordo com a composição são classificadas em: Bebida Láctea com adição (quando existe adição de produtos, gordura vegetal, leite fermentado e outros produtos lácteos), Bebida Láctea sem adição (sem a adição de produto, gordura vegetal, leite fermentado e outros produtos lácteos, a base láctea representa 100% dos ingredientes). De acordo com o processo de fabricação são divididas em: Bebida Láctea Pasteurizada, Bebida Láctea Esterilizada, Bebida Láctea UAT ou UHT, Bebida Láctea Fermentada (BRASIL,2005).

As possíveis nomenclaturas podem ser: Bebida Láctea Pasteurizada com adição, Bebida Láctea Pasteurizada sem adição, Bebida Láctea Esterilizada com adição, Bebida Láctea Esterilizada sem adição, Bebida Láctea UAT ou UHT com adição, Bebida Láctea UAT ou UHT sem adição, Bebida Láctea Fermentada com adição, Bebida Láctea Fermentada sem adição (BRASIL,2005).

#### **2.1.1 Bebida láctea UHT com adição**

Bebida láctea UHT com adição, o produto lácteo resultante da mistura do leite (*in natura*, pasteurizado, esterilizado, UHT, reconstituído, concentrado, em pó, integral, semidesnatado ou parcialmente desnatado e desnatado) e soro de leite (líquido, concentrado e em pó) adicionado de produtos ou substâncias alimentícias, gordura vegetal, leite fermentado, fermentos lácteos selecionados e outros produtos lácteos. A base láctea representa pelo menos 51% do total de ingredientes do produto, o produto deve ser submetido durante 2 a 4 segundos, a uma temperatura entre 130°C a 150°C,

mediante um processo térmico de fluxo contínuo, imediatamente resfriado em temperatura inferior a 32°C e envasado sob condições assépticas em embalagens estéreis e hermeticamente fechadas (BRASIL, 2005).

O tratamento térmico, pelo que passa a bebida láctea UHT, além de sua função como eliminação dos microrganismos patogênicos, também é responsável por produzir a fusão dos emulsificantes e ativação dos estabilizantes em solução coloidal, melhorando também o efeito das proteínas do soro por causa da leve desnaturação, liberando a parte lipofílica dessas proteínas e agindo como emulsificante nas interações entre gordura e água (SOUZA, COSTA, RENSIS, & SIVIERI, 2010).

### **2.1.2 Ingredientes obrigatórios**

De acordo com regulamento específico os ingredientes obrigatórios para produção de bebida láctea são o leite e soro de leite (BRASIL, 2005).

Define-se como leite cru refrigerado, o leite produzido em propriedades rurais, refrigerado e destinado aos estabelecimentos de leite e derivados sob serviço de inspeção oficial. Para obtenção do leite a ordenha deve ser realizada com condições higiênicas e a partir de rebanho sadio, que tenha acompanhamento de um médico veterinário, o leite deve atender aos requisitos sensoriais, físico-químicos e microbiológicos. Após a ordenha o leite permanece refrigerado até o destino aos estabelecimentos (BRASIL, 2018).

O soro de leite é o principal subproduto resultante da fabricação de queijos, é o líquido residual obtido a partir da coagulação do leite destinado à fabricação de queijos ou de caseína chegando a atingir 80 a 90% do volume de leite utilizado na produção de queijo (SILVA, BUENO, SÁ, 2017). É considerado um produto de relevância comercial pelo seu valor nutricional que se dá principalmente pelo teor e características das proteínas solúveis, por serem ricas em aminoácidos essenciais e pela presença de lactose e sais minerais (LOURENÇO, 2014).

O soro de leite fluido, apresenta alta quantidade de sais minerais (monovalentes), então se faz necessário uma etapa de desmineralização para retirar o sabor residual de salgado e conseqüentemente ser possível realizar aplicações tecnológicas, entre os processos de desmineralização por membrana, a nanofiltração é o processo mais adequado sendo possível realizar a pré-concentração e desmineralização parcial do soro de leite ao mesmo tempo, pois as membranas apresentam alta permeabilidade para sais monovalentes (como NaCl), conseqüentemente eles ficam aderidos nas membranas sendo

removidos do soro de leite (MOREIRA et al, 2017; KYRYCHUK, ZMIEVSKII, HOLIACHUK, 2015).

Os principais processos de separação por membranas aplicáveis para soro de leite são a microfiltração, ultrafiltração, nanofiltração e osmose reversa, a mais relevante aplicação é para concentração dos sólidos presentes no soro de leite ou do próprio leite. Cada tipo de membrana apresenta uma especificação para o tamanho dos poros, caracterizando os tipos de separação, que consiste basicamente na permeação seletiva de moléculas, em que apenas alguns componentes podem permear e outros ficam retidos, não tendo formação de torta ou resíduo (CRUZ, et al 2019).

### **2.1.3 Ingredientes opcionais**

Os ingredientes opcionais na bebida láctea podem ser de origem láctea ou não: creme; sólidos de origem láctea; manteiga, gordura anidra do leite ou *butter oil*, caseinatos alimentícios, proteínas lácteas, leite e outros produtos de origem lácteas; açúcares e/ou glicídios, maltodextrina, edulcorante, frutas, preparados à base de frutas, mel, cereais, vegetais, gorduras vegetais, chocolate, frutas secas, café, especiarias e outros alimentos aromatizantes, amidos ou amidos modificados, gelatina ou outros ingredientes alimentícios (BRASIL, 2005).

## **2.2 SORVETES**

Sobremesas lácteas congeladas caracterizam-se por conter sólidos de leite, podendo ou não incluir a gordura do leite, e por serem consumidos no estado congelado apresentando aeração, ou seja, glóbulos de ar. O sorvete é o produto mais amplamente consumido nesta classificação e apresenta definições legais específicas que mudam de país para país (GOFF, HARTEL, 2013).

No Brasil a portaria nº 379, de 26 de abril de 1999, regulamentava os gelados comestíveis, os quais eram classificados conforme seu método de fabricação (sorvetes de massa, picolés e produtos especiais gelados) e também de acordo com a composição básica (sorvete de creme, sorvete de leite, sorvete, *sherbet*, gelados à base de frutas ou *sorbet*) porém esta portaria foi revogada pela RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 1999; BRASIL, 2005).

A RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005, é o regulamento técnico em vigor para gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis e não apresenta todos os tipos de sorvetes ela abrange duas classificações gerais que são:

a) Gelados Comestíveis: são os produtos congelados obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas; ou de uma mistura de água e açúcares, podendo ser adicionados de outros ingredientes desde que não descaracterizem o produto, devem ser designados por denominações consagradas pelo uso (BRASIL, 2005).

b) Preparados para Gelados Comestíveis: são os produtos que, após serem submetidos ao congelamento, resultam em gelados comestíveis, não necessitando da adição de outros ingredientes (BRASIL, 2005). Podem ser encontrados nas formas em pó ou líquida, quando encontrado na forma líquida, também é conhecido como mistura, mix ou calda (GUIMARÃES, SUMERE, 2012).

No Brasil, a bebida láctea UHT em estudo é utilizada como preparado para gelados comestíveis em todas as regiões do país, pois seu desempenho se assemelha aos preparados para gelados comestíveis.

Conforme Goff, Hartel (2013), Clarke (2004) e Marshall (2002) em outros países as classificações são diferentes das encontradas nas legislações brasileiras:

Sorvete (Ice Cream) – Somente recebe essa nomenclatura os produtos produzidos a partir de gordura de origem do leite, nos Estados Unidos deve conter no mínimo 10% de gordura, 20% de sólidos totais de origem láctea e um peso mínimo de 0,54 Kg/L, também pode ser adicionado soro de leite para compor os sólidos de origem láctea, já no Reino Unido deve conter no mínimo 5% de gordura e 7.5% de outros sólidos do leite além da gordura láctea. No Brasil esse produto é conhecido como sorvete de massa ou gelato.

*Gelato* - um sorvete à base de creme ao estilo italiano que pode conter gemas de ovos como emulsificante. Não pode ser adicionado gordura de origem vegetal. Normalmente tem menos gordura (4-8%) e *overrun* (25-60%), mas maior teor de açúcar (até 25%) do que as formulações comuns para o manter mais macio e flexível.

Sorvete lácteo (Dairy ice cream) – apresenta a composição básica de um sorvete descrito acima e pode conter proteínas e gordura de ovo, aroma e emulsificante.

Sorvete não lácteo (Non-dairy ice cream)- feito com proteínas do leite e gordura vegetal.

*Frozen Yoghurt* - pode conter organismos de ácido lático ou simplesmente sabor de iogurte.

Leite gelado - semelhante ao sorvete, mas não aerado e contendo menos gordura láctea.

*Sherbet* - xarope de açúcar aerado à base de frutas que não contém gordura nem leite.

*Sorbet* - semelhante a um sorvete, mas contendo leite ou creme, contém baixo teor de gorduras e proteínas.

Water Ice ou Raspadinha - xarope de açúcar congelado com sabor e cor, como um “picolé”.

Fruit Ice - semelhante ao *water ice*, mas feito com suco de frutas natural.

Sorvete de creme ou sorvete francês: Geralmente apresenta a composição parecida com de sorvete tradicional exceto que apresenta sólidos de gema de ovo ou outros ingredientes opcionais, em países como Estados Unidos, Canadá e Alemanha existe quantidade mínima para sólidos de gema de ovo.

Sorvete com redução do teor de gordura: Apresenta cerca de 25% a menos de gordura do que o sorvete tradicional. Estados Unidos, Austrália e Nova Zelândia apresentam a mesma definição.

Sorvete com baixo teor de gordura: nos Estados Unidos, Austrália e Nova Zelândia são sorvetes contendo até 3 g de gordura por 100 g de sorvete.

Sorvetes “sem gordura”: são aqueles onde não é permitido a adição de gorduras e podem conter no máximo 0,5 g de gordura de leite por 100 g de sorvete.

Sorvete de massa com sabor: Um produto que contém volume significativo de ingredientes para colorir e aromatizar, incluindo cacau, frutas, nozes, confeitos ou biscoitos.

Sorvete turco (sorvete Maras): Apresenta em sua composição o salep, uma farinha feita a partir de uma raiz de orquídea e mástique, uma resina que confere mastigabilidade se distingue por uma textura muito mais elástica do que o sorvete comum.

*Soft-serve* ou expresso: são classificados devido ao processo de produção, são produzidos a partir de preparados para gelados comestíveis, geralmente essa mistura foi processada em instalações de laticínios, embaladas e distribuídas a granel, ela é introduzida em uma máquina que realizará resfriamento, congelamento e raspagem, e o produto final é denominado extrusão, é consumido logo em seguida. Podem existir pequenas variações nas formulações dessas misturas através de modificações nos tipos de ingredientes e quantidades dos ingredientes utilizados se comparado aos sorvetes de

massa. Normalmente contêm 3 a 5% de gordura, 11 a 14% de sólidos de leite sem gordura, 13 a 15% de açúcar ou xarope e 0,3 a 0,5% de estabilizante e emulsificante. Apresenta um teor de sólidos totais de 30 a 35%, considerado baixo, quando comparados com as quantidades de sorvetes de massa, 36 a 40% (GOFF, 2018; GOFF, HARTEL, 2013).

### **2.2.1 O mercado de sorvetes**

Nos Estados Unidos, em 2010, 6,5% de sorvete regular, 61% de sorvete de baixo teor de gordura e 71% de iogurte frozen foram vendidos na forma *soft-serve* (GOFF, HARTEL, 2013). De acordo com pesquisa realizada pela Abis, no Brasil em 2017 o consumo de sorvete foi de 1129 milhões de litros e representa queda no consumo desde o ano de 2014 que foi de 1305 milhões de litros.

Já em relação à produção brasileira, no ano de 2017 o sorvete de massa atingiu 776, 25 milhões de litros produzidos, no segmento de picolés obteve-se a produção de 220 milhões de litros, ambos apresentando queda a partir do ano de 2014. O contrário desse comportamento foi a produção de *soft-serve* que no ano de 2017 atingiu a melhor produção nos últimos 14 anos com 133 milhões de litros, significando ganho de mercado dos concorrentes diretos (ABIS, 2019).

As preferências regionais, a qualidade dos ingredientes e a técnica de fabricação são tão importantes quanto a composição na determinação da melhor sobremesa gelada para certa localidade (GOFF, HARTEL, 2013).

Além de ser uma opção saborosa e nutritiva o sorvete contém vitaminas e minerais essenciais para o organismo, no Brasil ainda é considerado uma sobremesa, mas em outros países como Estado Unidos, Nova Zelândia e Canadá o produto é considerado um alimento componente da dieta regular. Visando estimular o consumo e valorizar a composição nutricional do produto e os seus benefícios, em 2002, foi instituído no Brasil o Dia Nacional do Sorvete como o dia 23 de setembro (ABIS, 2019).

### **2.2.2 Composição de mistura líquida para sorvetes**

Uma mistura para preparo de sorvete equilibrada é aquela em que as proporções e qualidade dos ingredientes produzirão um produto acabado satisfatório (GOFF, HARTEL, 2013). O sorvete é uma excelente fonte de energia, principalmente pelo seu alto conteúdo de carboidratos e gordura. As proteínas do leite representam de 34 a 36% de seus sólidos não gordurosos, e o sorvete contém elevada concentração de minerais e

vitaminas, cujo conteúdo dependerá primariamente da quantidade de sólidos do leite utilizados na formulação (MARSHALL, ARBUKLE, 1996).

A gordura presente nas misturas de sobremesas lácteas congeladas interagem com os outros ingredientes, desenvolvendo a riqueza do sabor, sendo um bom transportador e sinergista para compostos aromatizantes adicionados, criando características sensoriais desejáveis, produz uma textura suave através da lubrificação do palato, e ajuda a produzir propriedades de fusão desejáveis, além de apresentar grande relevância como agente estrutural auxiliando na estabilização da fase aérea (ADAPA et al., 2000; ROLON, BAKKE, COUPLAND, HAYES, & ROBERTS, 2017).

No sorvete *soft-serve* o teor de açúcar geralmente é entre 13 e 15%, é menor do que o sorvete regular. Os teores de açúcar devem ser balanceados com a quantidade de lactose para fornecer a consistência correta, porque podem afetar o ponto de congelamento e o volume da fase de gelo. Sólidos de xarope de milho são frequentemente usados, mas o uso excessivo pode levar a alta sensação de gomosidade (GOFF, HARTEL, 2013).

Segundo Stampanoni Koeflerli et al (1996) o aumento do teor de açúcar aumentou a doçura, notas de caramelo, vanilina (baunilha) e diminuiu sabor lácteo. Os sólidos de leite não gordurosos causaram diminuição na sensação de gelado, na percepção do cristal de gelo e na taxa de fusão, e aumento na cremosidade e no revestimento bucal.

As proteínas contribuem para o desenvolvimento da estrutura do sorvete, inclusive para emulsificação, aeração, desenvolvimento de corpo, além de apresentar propriedades funcionais tais como a interação com outros estabilizantes, estabilização da emulsão depois da homogeneização, contribuição para a formação da estrutura do gelado e capacidade de retenção de água (GOFF, HARTEL, 2013; CARVALHO, 2012).

Buckley e Lillford (2009) descreve que o uso de diferentes tipos de proteínas interfere na absorção de água do produto modificando a estrutura de cristalização das gotículas de água. Com o uso de certos tipos de proteínas a quantidade de água intracelular está disponibilizada de forma reduzida, fazendo com que os cristais de gelo fiquem em tamanhos menores, melhorando as características sensoriais em sorvetes. Também descrito em Clarke (2004) estas moléculas de proteína adsorvem à superfície dos cristais de gelo e controlam o seu crescimento, ajudando assim a proteger os organismos contra danos pelo congelamento. Também contribuem para o sabor lácteo característico.

Os emulsificantes e estabilizantes, fazem partes dos constituintes da proteína, que apresentam caráter anfifílico, promovendo a desestabilização da gordura através da diminuição da tensão interfacial da gordura / água na mistura e o consequente deslocamento de proteínas da superfície dos glóbulos de gordura, resultando na sua coalescência parcial, obtém-se um produto de melhor qualidade, com redução da aglomeração de gotículas (KURT, ATALAR, 2018). Este processo leva, assim, a um produto seco e rígido, facilitando a moldagem e a extrusão, proporcionando também um corpo e textura lisos, bem como boas propriedades de retenção de forma e resistência à fusão (RINALDI et al, 2014; KURT, CENGIZ, KAHYAOGLU, 2016).

Com isso, muitos complexos de estabilizantes têm sido estudados e aplicados em formulações de sorvetes na busca contínua por novas fontes de hidrocoloides e novas combinações de estabilizantes para obter sorvetes com melhor qualidade e componentes que tenham efeitos favoráveis à saúde para satisfazer a crescente demanda dos consumidores (KURT, ATALAR, 2018; BAHRAMPARVAR, TEHRANI, 2011).

### **2.2.3 Qualidade em sorvetes**

A legislação brasileira que regulamenta a produção do leite tratado por UHT, estabelece que o produto em condições normais de armazenamento e distribuição não deve ter microrganismos capazes de proliferar, após a incubação da embalagem fechada a 35-37°C durante 7 dias (Brasil, 1996), já de acordo com a RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, Ministério da Saúde, estabelece que a bebida láctea quando incubada pelo mesmo período e temperatura, não deve apresentar microrganismos patogênicos e causadores de alterações físicas, químicas e organolépticas do produto (Brasil, 2001). O método contagem padrão de placas, também chamada de contagem de placas aeróbicas ou mesofilos (tipicamente incubada a 32–25°C) revela o número da maioria das bactérias capazes de crescer em uma atmosfera de ar e em temperaturas moderadas

Análises de composição geralmente envolvem testes para quantificação do teor de gordura, proteína, minerais (cinzas), umidade ou sólidos totais, teor de carboidratos, e acompanhamento da acidez. O teor de gordura e os sólidos totais são os dois principais testes realizados rotineiramente. Os métodos envolvem análise química ou análise instrumental (GOFF, HARTEL, 2013).

Para a análise de gordura o método butirométrico é utilizado para produtos lácteos. A proteína é medida pelo teste de Kjeldahl, em que é quantificado o teor



nitrogênio na amostra e o cálculo direto assume que toda a parte mensurada é nitrogênio proteico.

A densidade da mistura de sorvete varia com a composição. Medições de densidade pode ser realizada pesando um volume de mistura em um volume conhecido e muito exato a uma temperatura conhecida em um balanço gravimétrico (Rolon, Bakke, Coupland, Hayes, & Roberts, 2017).

O *overrun* é o cálculo industrial do ar adicionado aos produtos de sobremesa congelados, e é calculado como o aumento percentual no volume de mistura que ocorre como resultado da adição de ar, ou seja, volume de ar / volume de mistura. O controle rigoroso do *overrun* é essencial nas operações com sorvetes, pois está diretamente ligado ao rendimento. Se apresentar um resultado abaixo do esperado é diretamente relacionado ao baixo rendimento e perda de lucro, se o excesso for maior que o desejado, isso pode levar à perda da qualidade desejada. O *overrun* dos produtos *soft-serve* varia de 30 a 60%, dependendo do conteúdo total de sólidos. Quanto maior o teor de sólidos totais, maior o *overrun*, mantendo as características desejáveis de corpo e textura (KURT, ATALAR, 2018; RINALDI et al, 2014).

A taxa de fusão tem o maior significado para o consumidor quando o produto está sendo consumido imediatamente. Um produto de fusão rápido é indesejável também porque tende a tornar-se rapidamente amolecido. Baixo ponto de congelamento é a principal causa do rápido derretimento, as condições ambientais são quase iguais. No entanto, o ajuste para produzir um derretimento lento pode causar a liberação lenta de fragrâncias delicadas. Produtos contendo uma quantidade elevada de ar ou gordura tendem a derreter lentamente. As células de ar agem como um isolante. A gordura estabiliza a estrutura da espuma. É uma medida empírica que reflete vários fatores, incluindo condutividade térmica, capacidade de calor, microestrutura e formulação. O teste de derretimento é usado tanto como ferramenta de pesquisa e desenvolvimento como também como medida de controle de qualidade (CLARKE, 2004; GRANGER et al, 2005; GOFF, HARTEL, 2013;).

A viscosidade de uma mistura é afetada por:

- Composição - a viscosidade aumenta com o aumento da concentração de estabilizante, proteína, sólidos de xarope de milho, gordura e sólidos totais, com a contribuição de cada decréscimo nessa ordem (ou seja, o estabilizador tem mais influência na viscosidade da mistura do que gordura). Além disso, o calor e os sais (como cálcio, sódio, citratos, fosfatos) podem afetar a viscosidade devido ao seu efeito sobre as

proteínas de caseína e soro de leite. O processamento e o manuseio do mix - temperaturas de pasteurização elevadas, aumento das pressões de homogeneização e envelhecimento por até cerca de 4 horas aumentarão cada vez mais a viscosidade do mix. Temperatura - como em todos os fluidos, a viscosidade é dependente da temperatura, portanto, a diminuição da temperatura de armazenamento resultará em aumento da viscosidade da mistura. (GOFF, HARTEL, 2013; OLIVEIRA et al, 2008; VEGA, GOFF, 2005).

Não há viscosidade de mistura ideal, embora valores de viscosidade muito baixos ou muito altos sejam indicativos de problemas. A mistura deve ser adequadamente balanceada (no que diz respeito à composição, concentração e qualidade dos ingredientes) e, em seguida, devidamente processada para produzir a capacidade de congelamento desejada, corpo e textura (RINALDI et al, 2014, SOUZA, COSTA, RENSIS, & SIVIERI, 2010).

Sunds, Rauh, Sørensen, & Larsen (2018) forneceram novos conhecimentos sobre alterações cinéticas em relação à estabilidade de armazenamento e prazo de validade do leite UHT e enfatizaram a importância de temperaturas controladas durante o armazenamento e o transporte visto que identificaram significativas alterações de cor, causadas principalmente pela Reação de Maillard, compostos voláteis aromáticos e queda nos resultados de pH dos produtos ao oscilarem as temperaturas de armazenamento.

## REFERÊNCIAS

- ABIS. Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes. Produção e Consumo de Sorvetes no Brasil. Disponível em <[http://www.abis.com.br/estatistica\\_producaoconsumodesorvetesnobrasil.html](http://www.abis.com.br/estatistica_producaoconsumodesorvetesnobrasil.html)>. Acesso em: 26 de Julho de 2019.
- ADAPA, S.; DINGELDEIN, H.; SCHMIDT, K. A.; HERALD, T. J. Rheological Properties of Ice Cream Mixes and Frozen Ice Creams Containing Fat and Fat Replacers. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 10, 2000.
- BOLLIGER, S; et al. Correlation between colloidal properties of ice cream mix and ice cream. **International Dairy Journal**, c. 10, p. 303-309. 2000.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, do Abastecimento. Secretaria da Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Portaria nº 370, de 04 de setembro de 1997 Regulamento Técnico para fixação de Identidade e Qualidade do leite UHT (UAT). **Diário Oficial da União**, Brasília. p.117-120, 1997.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº. 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, 23 set. 2005.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº. 379, de 26 de abril de 1999. Regulamento técnico para gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis (Revogada). **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 set. 2005.
- BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa no 76, de 26 de novembro de 2018. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leite cru refrigerado. 9–12. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. 2018.
- BUCKLEY, S.L.; LILLFORD, P.J. Antifreeze proteins: their structure, binding and use. **Modern Biopolymer Science**. London, Elsevier, pp. 93–128, 2009.
- CLARKE, C. **The Science of Ice Cream**; The Royal Society of Chemistry: Cambridge, UK, 2004.
- CRUZ, A. G., PRUDENCIO, E. S., ESMERINO, E. A., PIMENTEL, T.C., ALVEZ, A.T.T S. e, SPADOTI, L.M., ZACARCHENCO, P.B. **Inovações e Avanços em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados**. 1ª Edição. Editora Setembro. São Paulo. 2019.
- DAW, E; HARTEL, R, W. Fat destabilization and melt-down of ice creams with increased protein content. **International Dairy Journal**, c. 43, p. 33 e 41, 2015.
- FIB: **Food Ingredients Brasil**. São Paulo, Fihba, v18, 2011. Disponível em <<https://revista-fi.com.br>>. Acesso em: 29 de Junho de 2019.
- GOFF, H. D. Ice Cream and Frozen Desserts: Product Types. **Elsevier**. Department of Food Science, University of Guelph, Guelph, ON, Canada. Reference Module in Food

Science. doi:10.1016/b978-0-08-100596-5.00833-7. 2018

GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. **Ice Cream**. 7th ed. Springer, New York, 2013.

GUIMARÃES, D. H., SUMERE, J.S. Correlações das propriedades reológicas e sensoriais da calda de sorvete soft elaborado a partir do extrato da soja com leite de cabra. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.5, n.2, p. 117-132, 2012

LOURENÇO, N, F, A, Concentration of whey by nanofiltration and Spray-drying. **Master Degree in Chemical Engineering**, Instituto Superior Técnico, Lisbon, Portugal July 2014.

KURT, A.; ATALAR, İ. Effects of quince seed on the rheological, structural and sensory characteristics of ice Cream. **Food Hydrocolloids**, v. 82, p. 186-195, 2018.

KURT, A., CENGİZ, A., KAHYAĞLU, T. The effect of gum tragacanth on the rheological properties of salep based ice cream mix, **Carbohydrate Polymers**, 2016.

MARSHALL, R. T. Ice cream and frozen desserts, Product Types. **Encyclopedia of Dairy Sciences**, 1367–1373. doi:10.1016/b0-12-227235-8/00209-1. 2002.

MARSHALL, R. T.; ARBUCKLE, W.S. Ice cream. 5th ed. New York: **International Thomson Publ**, p. 349, 1996.

MCMAHON, D. **Milk and dairy products in human nutrition**. Food and Agriculture organization of the United Nations. Rome.2013.

MINTEL. Sorvetes - Brasil - abril 2018. Disponível em <<https://store.mintel.com/sorvetes-brasil-abril-2018> >. Acesso em: 27 de Agosto de 2019.

MOREIRA, R. de O., JUNIOR, P. H. R., FRANCISQUINI, J. D’A., STEPHANI, R., PERRONE, I.T., CARVALHO, A. F de. Produção de concentrado proteico de soro em escala piloto: Aspectos Tecnológicos. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 72, n. 4, p. 205-214, out/dez, 2017.

OLIVEIRA, K, H; SOUZA, J, A, R; MONTEIRO, A, R. Caracterização reológica de sorvetes. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, p. 592-598, jul.-set. 2008.

RINALDI, M.; DALL’ASTA, C.; PACIULLI, M.; GUIZZETTI, S.; BARBANTI, D.; CHIAVARO, E. Innovation in the Italian ice cream production: effect of different phospholipid emulsifiers. **Dairy Science & Technology**; v. 94, p. 33-49. 2014.

SOUZA, J. C. B. DE, COSTA, M. DE R., RENSIS, M. V. B., & SIVIERI, C. Sorvete: Composição, Processamento e Viabilidade da Adição de Probiótico. **Alimento e Nutrição**, 21(1), 155–165. Retrieved from <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/1401/923>. 2010

SILVA, R, O, P, e; BUENO, C, R, F; SÁ, P, B, Z, R. Aspectos Relativos à Produção de Soro de Leite no Brasil. **Informações Econômicas**. São Paulo, v. 47, n. 2, abr./jun. 2017.

SEBRAE. Como se destacar no mercado de sorvetes. **Sebrae Nacional**, p. 1. 2017. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/como-se-destacar-no-mercado-de-sorvetes,a49d99a5a995b510VgnVCM1000004c00210aRCRD>> Acesso em: 28 de julho de 2019.

STAMPANONI KOEFERLI, C.R.; PICCINALI, P.; SIGRIST, S. The influence of fat, sugar and non-fat milk solids on selected taste, flavor and texture parameters of a vanilla ice-cream. **Food Quality and Preference**; v. 7, p. 69-79, 1996.

ZANI, R. O mercado está para sorvete. **Revista Food Service News**. 2019.

KYRYCHUK, I., MYRONCHUK, V., ZMIEVSKII, Y, HOLIACHUK, S. Two-stage whey treatment by nanofiltration and reverse osmosis. **Ukrainian Food Journal**. 2015. Volume 4. Issue 4.2015

## OBJETIVOS

### GERAL

Avaliar as características físicas, físico-químicas e microbiológicas de bebida láctea UHT sabor baunilha utilizada como mistura líquida para sorvete *soft serve* ao longo do armazenamento, em diferentes temperaturas de estocagem. Avaliar o impacto do armazenamento nas características físicas (*overrun* e taxa de derretimento) do sorvete *soft serve*. Foram avaliados três lotes produzidos com a mesma formulação e parâmetros de processo para certificação da repetibilidade de processo em escala industrial.

### ESPECÍFICOS

Avaliar a qualidade das matérias-primas (leite e soro de leite concentrado) utilizadas na produção da bebida láctea sabor baunilha, através das análises: sólidos totais, gordura, proteína, pH, acidez, crioscopia (apenas no leite), densidade, contagem bacteriana total (CBT), agentes inibidores do crescimento microbiano, neutralizantes da acidez e reconstituintes da densidade.

Acompanhar o processamento de três lotes de bebidas lácteas UHT sabor baunilha.

Mensurar a composição proximal (umidade, cinzas, gordura, proteína e carboidratos) dos três lotes de bebida láctea UHT

Analisar a bebida láctea UHT durante o período de 120 dias de armazenamento, nos tempos 0, 60 e 120 dias, com relação às características físicas (reologia, cor e índice de sedimentação), físico-químicas (pH e acidez titulável ) e microbiológicas (contagem

bacteriana total e mesófilos aeróbios viáveis a 30°C) em três diferentes temperaturas de armazenamento (21°C, 28°C e 35°C)

Produzir sorvete *soft serve* a partir da bebida láctea UHT sabor baunilha.

No sorvete extrusado avaliar a taxa de derretimento e *overrun* nos tempos 0, 60 e 120 dias de armazenamento.

## CAPÍTULO I

**AVALIAÇÃO DE MISTURA LÍQUIDA PARA SORVETE *SOFT SERVE* AO LONGO DO ARMAZENAMENTO**

*(Normas de acordo com a revista Food Hydrocolloids)*

**RESUMO**

Bebidas lácteas UHT como a do presente estudo pode ter como aplicação tecnológica o sorvete *soft serve* ou expresso como também é conhecido. Neste estudo foi realizada a caracterização físico-química e microbiológica da bebida láctea UHT utilizada como mistura líquida para sorvete ao longo do *shelf-life*, em três temperaturas de estocagem (21, 28 e 35°C), além disso foram avaliados três lotes do mesmo produto, com a mesma formulação, produzidos em sequência para verificar a repetibilidade do processo produtivo, foi percebido estabilidade dos produtos, apesar de ter ocorrido uma pequena queda de pH, aumento de acidez e escurecimento por reação de *Maillard* nos produtos armazenados em temperatura mais alta. Foi realizado estudo reológico e verificado comportamento pseudoplástico para as bebidas lácteas utilizadas como insumo para sorvete *soft serve*, após a extrusão foi medida a estabilidade do mesmo através de índice de sedimentação e derretimento apresentando boas condições de consumo para todas as amostras analisadas.

**Palavras-chave:** sorvete, bebida láctea UHT, soro de leite concentrado, tratamento térmico, *shelf-life*, reologia, cor



## EVALUATION OF LIQUID MIXTURE FOR SOFT SERVE ICE CREAM DURING STORAGE

### ABSTRACT

UHT dairy beverages like the one in the present study can have soft serve or express ice cream as a technological application. In this study, the physical-chemical and microbiological characterization of the UHT milk beverage used as a liquid mixture for ice cream along the shelf-life was carried out, in three storage temperatures (21, 28 and 35 ° C), in addition, three batches of the same product, with the same formulation were produced in sequence to check the repeatability of the production process, and a product stability was perceived, although there was a small drop in pH, an increase in acidity and browning by Maillard reaction in products stored at higher temperature. A rheological study was carried out and a pseudoplastic behavior was verified for dairy drinks used as an input for soft serve ice cream, after extrusion the stability of the same was measured through a sedimentation and melting index showing good consumption conditions for all analyzed samples.

**Keywords:** ice cream, UHT milk drink, concentrated whey, heat treatment, shelf-life, rheology, color

## 1. INTRODUÇÃO

Um importante coproduto resultante das indústrias alimentícias é o soro de leite, em virtude de sua produção ser abundante, apresentar baixo custo e alto valor nutricional, entretanto apresenta alta capacidade poluente, por causa do elevado conteúdo de substâncias orgânicas (Capuchinho, 2018).

É possível agregar valor econômico, nutricional e funcional ao soro de leite, aplicando-o na fabricação de bebida láctea, além de alto valor nutricional o soro de leite que também contribui para excelentes capacidades funcionais pelo conteúdo de suas proteínas (solubilidade, estabilidade, formação de espuma, retenção de ar, emulsificação, retenção de água e formação de gel (Mcmahon, 2013).

A bebida láctea UHT em estudo pode ser utilizada como matéria-prima para milk-shakes, smoothies, drinks, flans, sobremesas geladas e como sorvete *soft serve* ou expresso como também é conhecido.

Para sua utilização como sorvete *soft serve* a bebida láctea UHT é introduzida em uma máquina que realiza o batimento, enquanto o produto vai sendo congelado e aerado. Concomitantemente, o sorvete é raspado da superfície congeladora e levado por um distribuidor até um reservatório, e o produto é armazenado, pronto para ser servido (Soler et al., 2001).

As características físicas do sorvete são influenciadas de acordo com a composição, sendo que o processo interfere diretamente o estado de agregação dos glóbulos de gordura, a quantidade de ar incorporada, o tamanho das bolhas de ar, a viscosidade da fase aquosa e o tamanho e estado de agregação dos cristais de gelo, estes fatores estão diretamente ligados aos defeitos encontrados em sorvetes (Clarke, 2004; Goff & Hartel, 2013).

Um fator relevante para a alteração da viscosidade da mistura para sorvete é a composição do mix, tipo e qualidade dos ingredientes, também pode ter interferências durante o processamento e manuseio da mistura, de acordo com as temperaturas e vazões utilizadas. Foram encontrados alguns trabalhos científicos que concluíram que o aumento da viscosidade resultou em maior resistência ao derretimento e a cremosidade do sorvete (Arbuckle, 1996; Oliveira et al, 2008).

A condição estrutural e comportamento reológico dos alimentos são úteis não apenas para o controle de qualidade do produto, mas principalmente para o dimensionamento de sistemas de tratamento térmico, tubulações, filtros, bombas, entre outros (Kurt, Atalar, 2018; Oliveira et al, 2008).

A partir disso objetivou-se com este trabalho a avaliação dos parâmetros físicos (reologia, cor e índice de sedimentação), físico-químicos (pH e acidez titulável ) e microbiológicos (contagem bacteriana total e mesófilos aeróbios viáveis a 30°C) de bebida láctea UHT comercializada e utilizada

como mistura líquida para sorvete *soft serve* ao longo do seu período de armazenamento (0, 60 e 120 dias) e o impacto de três diferentes temperaturas de armazenamento (21°C, 28°C e 35°C) sobre as características de derretimento e *overrun* do sorvete após a extrusão.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1 MATERIAL**

As amostras de bebida láctea UHT sabor baunilha foram gentilmente cedidas por um laticínio localizado na região de Rio Verde (Goiás, Brasil). As bebidas lácteas foram fabricadas sob condições comerciais típicas de processamento UHT. Os parâmetros de processo não podem ser divulgados, foram processados 3 lotes usando condições de tratamento térmico indireto (trocadores de calor a placas) a 136°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ) por 4s, foram utilizadas as mesmas formulações para os três lotes produzidos a fim de avaliar a repetibilidade das formulações em escala industrial como triplicata para os testes. Os parâmetros de processo e composição das bebidas lácteas UHT foram determinados de acordo com a Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005 (Brasil, 2005).

As etapas do processo consistem em recepção de matérias-primas, estocagem das matérias-primas, preparo do mix, tratamento térmico UHT e envase asséptico em embalagens *Bag in Box* de acordo com diagrama da Figura 1.

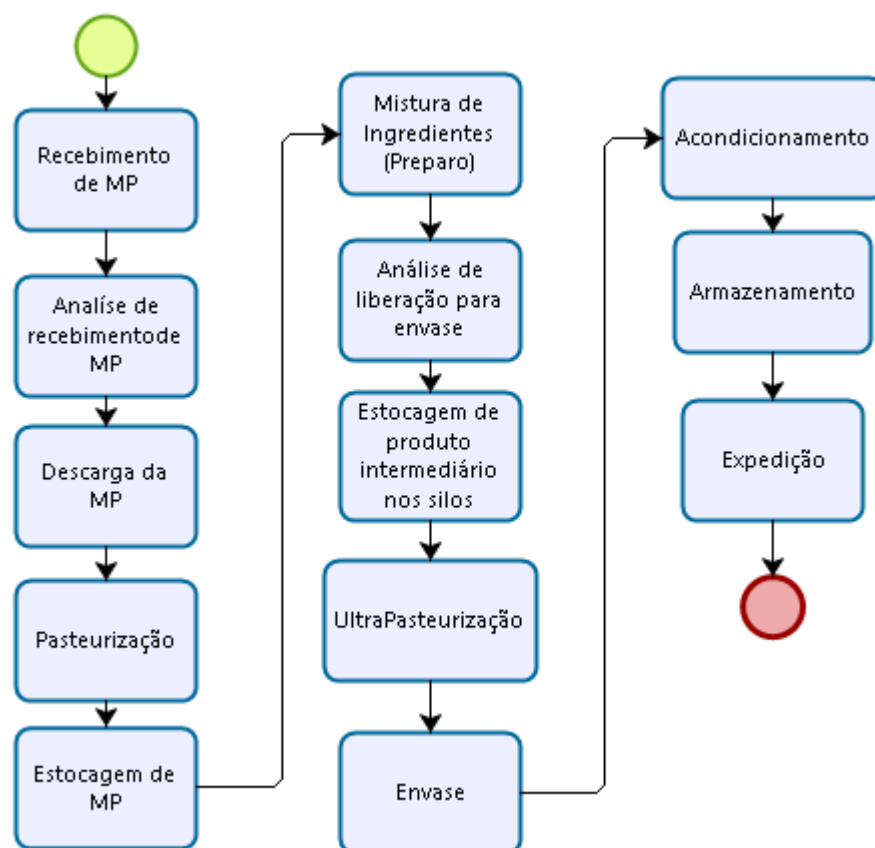


Figura 1. Diagrama do processamento de bebida láctea UHT sabor baunilha

As matérias-primas foram adquiridas de laticínios da região e transportadas em caminhões isotérmicos. O soro de leite fluido foi obtido a partir da produção de muçarela e posteriormente passou pelo processo de concentração por nanofiltração até atingir teor de sólidos totais de aproximadamente 18%.

Os demais ingredientes que compõem a formulação são açúcar, glicose de milho, gordura vegetal, maltodextrina, mono e diglicérides de ácidos graxos, goma guar, carboximetilcelulose sódica, carragena, fosfato dissódico e aroma idêntico ao natural de baunilha. Durante a etapa de recepção das matérias-primas existe uma amostragem que é realizada pelo laboratório interno da empresa, para análises físico-químicas e microbiológicas, em que são identificados os padrões de qualidade, somente após essa conferência (requisitos estabelecidos e resultados obtidos) as mesmas são recebidas. As matérias-primas líquidas (leite e soro de leite concentrado) passam por processo de pasteurização rápida (73 a 77°C por 15 segundos) a fim de reduzir a carga microbiana natural advinda do processo de obtenção (ordenha, e transporte), após pasteurização são estocadas em tanques encamisados e refrigerados, as matérias-primas sólidas são estocadas em uma sala destinada para as mesmas.

O preparo das bebidas foi realizado através da mistura dos ingredientes líquidos em um equipamento chamado Liquiverter APV Flex-Mix (Dinamarca), e posteriormente adicionados os ingredientes sólidos, previamente pesados, e são diluídos lentamente. Após essa mistura o produto passou por agitação dentro de um tanque encamisado e refrigerado (8 a 12°C) e foram coletadas amostras pelo laboratório de controle de qualidade e realizadas as análises (sólidos totais, teor de gordura, pH, acidez e densidade) para garantia das características especificadas para cada produto. Assim que o produto foi aprovado, ele segue para a etapa de tratamento térmico em ultra alta temperatura (133 a 135° por 4 segundos), ocorrendo eliminação da maioria dos microrganismos patogênicos e posteriormente envase asséptico, acondicionamento e expedição. O volume de cada lote produzido foi de 40.000L de produto, foram coletadas amostras em embalagem comercial e sequenciais do início de cada lote.

As análises foram realizadas em parcerias com os laboratórios do IF Goiano -Campus Rio Verde (Laboratório de Análises Físico-químicas de Leite e Derivados), laboratório da UFG Campus Samambaia (LabMulti).

## **2.2 ANÁLISES DE QUALIDADE DO LEITE**

A qualidade do leite foi determinada conforme requisitos da Instrução Normativa nº 76 de 26 de novembro de 2018 (Brasil, 2018). Os parâmetros foram analisados através do princípio analítico descrito na Instrução Normativa 68 de 12 de dezembro de 2006 nos laboratórios da Ourolac Indústria de Alimentos (Brasil, 2006).

### **2.2.1 Determinação de gordura**

Consistiu em adicionar a um butirômetro Gerber, 10 mL da solução de ácido sulfúrico (densidade 1,825 g/mL), em seguida transferir 11 mL de amostra homogeneizada lentamente e pela parede do butirômetro e acrescentou-se 1 mL de álcool isoamílico (densidade 0,81g/mL), após fechar com rolha apropriada, envolveu o butirômetro em pano descartável e agitou-o de modo a promover a mistura completa dos líquidos no interior do aparelho. Realizou-se a centrifugação em centrífuga Gerber (8 BTF Cap Lab) durante 5 minutos a 1200 rpm e posteriormente o butirômetro foi colocado em banho-maria (ITR BMTD, Rio Grande do Sul, Brasil) a 65°C por 5 minutos, imediatamente após ser retirado do banho-maria foi realizada a leitura do teor de gordura diretamente na escala do butirômetro (Brasil, 2006).

### **2.2.2 Determinação de Proteína**

O teor de proteína foi determinado pelo método de macro Kjeldahl. O método consiste em três etapas: digestão, destilação e titulação. Foram pesados 5 g de amostra em tubos de Kjeldahl, em balança analítica (AG 200 Gehaka, São Paulo, SP), foram adicionados às amostras 5 g de mistura catalítica e 20 mL de ácido sulfúrico P.A. E então, procedeu-se com a digestão em bloco digestor (Tecnal TE 040/25, São Paulo, Brasil) com a primeira etapa de programação do aparelho com temperatura de 230°C por 30 minutos e a segunda etapa de 420°C por 1 hora e 15 minutos ocorrendo a completa digestão das amostras. Após o resfriamento das amostras foi realizada a destilação (FOSS Kjeltec TM 2200, Sweden) o próprio equipamento realizou a dosagem de 70 mL de hidróxido de sódio e 80 mL de água destilada dentro da amostra digerida e a destilação ocorria por 4 minutos, sendo utilizado um Erlenmeyer capacidade 125 mL acoplado na saída do destilador contendo 30 mL de ácido bórico 4% + indicador misto (verde de bromocresol e vermelho de metila) para coletar o destilado que então era levado à titulação com ácido clorídrico 0,1N até a viragem do indicador. O volume de ácido clorídrico era aferido e aplicado na fórmula para determinação do nitrogênio total. O fator de conversão de nitrogênio total em proteína foi de 6,38 (Brasil, 2006).

### **2.2.3 Determinação de Acidez**

A determinação de acidez foi determinada em três repetições com a titulação de 10 mL da amostra com solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 molar e fenolftaleína 1,0 % (três gotas) como indicador até aparecimento de coloração rósea persistente por aproximadamente 30 segundos. O resultado final foi expresso em porcentagem de ácido láctico/ 100mL de amostra (Brasil, 2006).

### **2.2.4 Determinação do pH (potencial hidrogeniônico)**

O potencial hidrogeniônico do leite foi aferido em triplicata utilizando potenciômetro digital de bancada (Schott® handylab pH 11, Mainz, Germany), para isso foi medido em béquer uma amostra de 50 mL, então o eletrodo foi inserido na amostra sem tocar o fundo e nem as laterais do béquer, após a estabilização do resultado se procedeu com a leitura (Brasil, 2006).

### **2.2.5 Determinação da densidade**

A análise de densidade foi realizada transferindo-se cerca de 500 mL de leite para uma proveta de capacidade correspondente, em seguida introduziu-se o termolactodensímetro (Incoterm, Rio Grande do Sul, Brasil) na amostra e foi deixado a flutuar sem que encostasse na parede da proveta

até estabilizar os movimentos. A densidade e temperatura foram visualizadas na escala do termolactodensímetro e feitas as correções utilizando tabela de correção de densidade (Brasil, 2006).

### **2.2.6 Análise de extrato seco total**

O teor de extrato seco total foi determinado por meio dos valores de densidade e do teor de gordura através da Equação 1 (Brasil, 2006).

$$\% \text{ extrato seco} = G/5 + D/4 + G + 0,26 \quad (1)$$

Em que: G= teor de gordura (%) e D= densidade.

### **2.2.7 Análise de crioscopia**

A determinação da crioscopia do leite foi realizada utilizando o equipamento crioscópio (Laktron, PZL 7000, Paraná, Brasil), através da medição do ponto de congelamento do leite em relação ao da água, utilizando 2,5 mL de amostra em cada medição (Brasil, 2006).

### **2.2.8 Análise de agentes inibidores do crescimento microbiano**

A análise de antibiótico foi realizada com o kit de análise rápida BetaStar® S Combo (Neogen, São Paulo, Brasil), de acordo com instruções do fabricante. O teste indica presença ou ausência de antibióticos dos grupos beta-lactâmicos e tetraciclina tendo como ponto de viragem de cor com valores abaixo dos Limites Máximos de Resíduos (MRL) de acordo com Resolução nº 53 de 2 de outubro de 2012 (Anvisa, 2012).

### **2.2.9 Análise de neutralizantes da acidez e reconstituintes da densidade ou do índice crioscópico**

As análises de indicadores qualitativos foram realizadas de acordo com procedimentos da Instrução Normativa nº 68 de 12 de dezembro de 2006 (Brasil, 2006).

### **2.2.10 Análises microbiológicas**

A análise da contagem bacteriana total foi realizada por meio de contagem padrão em placas (3M™ Petrifilm™, XXXX) com resultados expressos em UFC/mL (AOAC, 2016).

## **2.3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SORO DE LEITE FLUIDO CONCENTRADO**

Para verificação da qualidade do soro de leite fluido concentrado a 18% de sólidos, o qual foi utilizado como matéria-prima na formulação da bebida láctea UHT, foram determinados os teores gordura, proteína, acidez, agentes inibidores do crescimento microbiano, neutralizantes da acidez e reconstituintes da densidade de acordo com princípio analítico descrito em Brasil (2006), foi determinado o potencial hidrogeniônico segundo Brasil (2018) e contagem bacteriana total conforme AOAC (2016). As análises foram desenvolvidas conforme procedimentos descritos no tópico 2.2, com exceção da determinação da densidade e de sólidos totais. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

### **2.3.1 Determinação da densidade**

Para determinação da densidade procedeu-se com a medição da massa de soro concentrado que foi colocada em balão volumétrico de 100mL, utilizando balança semianalítica (Gehaka BG 1000, São Paulo, Brasil).

### **2.3.2 Análise de determinação dos sólidos totais**

O teor de sólidos totais foi determinado através da perda de massa por meio de dessecação e pesagem do extrato seco total de uma quantidade específica de amostra, expresso em % de sólidos, será determinado por leitura direta em analisador de sólidos por infravermelho (Gehaka IV 2500, São Paulo, Brasil), a metodologia é calibrada através de método da Instrução Normativa 68 de 12 de dezembro de 2006 (BRASIL, 2006)

## **2.4 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA BEBIDA LÁCTEA UHT SABOR BAUNILHA**

As análises para verificação da qualidade da bebida láctea UHT, foram realizadas aos 0, 60 e 120 dias de armazenamento nas temperaturas controladas de estocagem de 21°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ), 28°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ) e 35°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ). As temperaturas foram escolhidas baseando-se nas temperaturas das diferentes regiões do Brasil, onde o produto é comercializado, os produtos armazenados a 21°C foram colocados em uma sala com ar condicionado, os produtos da temperatura de 28°C ficaram estocados em sala de armazenamento de amostras e os produtos da temperatura de 35°C foram colocados em câmara de aceleração com aquecimento por lâmpadas incandescentes, as temperaturas das salas foram monitoradas a cada 6 horas com termômetro digital (TFA, Germany)



A composição proximal das bebidas lácteas UHT foram realizadas no dia de produção, as análises das repetições por tratamento foram realizadas em triplicata.

#### **2.4.1 Composição proximal**

A composição proximal foi realizada determinando-se os teores de gordura, pelo método butirométrico, proteínas pelo método de macro Kjeldahl conforme métodos descritos no item 2.2. Também foram analisados os teores de umidade por método de gravimétrico até atingir peso constante e resíduo mineral fixo (cinzas) pela eliminação da matéria orgânica a temperatura de 550°C em forno mufla e o teor de carboidratos totais, pelo cálculo da diferença ( 100 gramas menos a soma total dos valores encontrados de proteína, gordura, cinzas e umidade). (BRASIL,2006).

#### **2.4.2 Análises físico-químicas**

Para análise do pH foi utilizado potenciômetro digital de bancada (Schott® handylab pH 11, Mainz, Germany) de acordo com descrito em AOAC (2010). Para isso foi retirado da embalagem do produto uma amostra de 50 mL, então o eletrodo foi inserido na amostra sem tocar o fundo e nem as laterais do béquer, após a estabilização do resultado se procedeu com a leitura.

A acidez titulável foi determinada de acordo com a metodologia descrita na Instrução Normativa 68 de 12 de dezembro de 2006 do MAPA em três repetições, a partir da titulação de 10 mL da amostra com solução de Hidróxido de Sódio 0,1 N e usada solução de Fenolftaleína 1% (três gotas) como indicador. O resultado final foi expresso em g de ácido láctico/ 100mL (Brasil, 2006).

Para determinação da densidade procedeu-se com a medição da massa de soro concentrado que foi colocada em balão volumétrico de 100mL, utilizando-se balança semianálitica.

#### **2.4.3 Análises microbiológicas da bebida láctea UHT**

A análise de contagem padrão de microrganismos mesófilos aeróbios foi executada por meio de contagem padrão em placas (3M™ Petrifilm™) com resultados expressos em UFC/mL (AOAC, 2016). A quantidade de microrganismos mesófilos aeróbios viáveis a 30°C (*Bacillus sporothermodurans*) foi determinada por método descrito na Instrução Normativa nº 62 de 23 de agosto de 2003 do MAPA (Brasil, 2003).

#### 2.4.4 Comportamento reológico da bebida láctea UHT

A medida da viscosidade das amostras foi realizada através da determinação das curvas de escoamento a 20°C. Os ensaios foram realizados em um reômetro oscilatório de tensão controlada (Physica, MCR 101, Ostfildern, Germany) disponível no LabMulti -Laboratório multiusuário da Escola de Agronomia -UFG- Campus Samambaia. As medidas foram realizadas em triplicata, em geometria de cone-placa de 6 cm de diâmetro e ângulo de 2°, com temperatura controlada.

As varreduras foram realizadas em duas etapas, a primeira etapa (subida 1) com taxa de deformação crescente de 1 a 500 s<sup>-1</sup>, a segunda (descida) com taxa decrescente de 500 a 1 s<sup>-1</sup>.

A viscosidade aparente das emulsões foi calculada como a relação entre a tensão de cisalhamento ( $\tau$ ) e a taxa de deformação ( $\dot{\gamma}$ ), com ajuste do modelo de Lei da Potência, de acordo com a Equação 2:

$$\tau(\text{Pa}) = K * \dot{\gamma}^n \quad (2)$$

Em que:  $\tau$ = tensão de cisalhamento (Pa), K=índice de consistência (Pa.s<sup>n</sup>),  $\dot{\gamma}$ = taxa de deformação (s<sup>-1</sup>), e n corresponde ao índice de comportamento (adimensional).

#### 2.4.5 Propriedades ópticas da bebida láctea UHT

Para realização da análise de cor das bebidas lácteas foi utilizado um colorímetro (Konica Minolta, Chroma Meter Cr-400, Osaka, Japão). Foram determinados os parâmetros instrumentais de cor: Luminosidade L\* (variação entre o preto e branco), cromaticidade a\* (cromaticidade no eixo da cor verde para vermelha), cromaticidade b\* (cromaticidade no eixo da cor azul para amarelo) e os parâmetros saturação (Croma-C\*). As amostras de bebidas lácteas sabor baunilha, foram realizadas em triplicata sendo feitas 7 leituras de cada amostra, utilizando acessório para análise de líquidos em fundo branco.

A diferença de cor ( $\Delta E^*$ ) entre amostras foi calculada pela Equação 3:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (3)$$

Em que:  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  e  $\Delta b^*$  são a diferença entre as amostras dos lotes 1, 2 e 3 do primeiro dia em relação aos demais dias de estocagem em L\*, a\* e b\*, respectivamente (Sunds, Rauh, Sørensen, & Larsen, 2018; Alqahtani et al. 2014).

### 2.4.6 Índice de sedimentação da bebida láctea UHT sabor baunilha

O índice de sedimentação foi realizado transferindo uma amostra de 15 g para tubo de ensaio que foi observado após 72 horas. O volume do sedimento foi pesado em balança analítica após 72 horas e o índice de sedimentação foi calculado pela Equação 4 (White, 2008).

$$ISe = \frac{V_{inf}}{V_{total}} \cdot 100 \quad (4)$$

Em que: ISe = Índice de sedimentação (%);  $V_{inf}$  = Volume do sedimento (g);  $V_{total}$  = Volume total (g).

## 2.5 ANÁLISES FÍSICAS DO SORVETE *SOFT SERVE*

O preparo do sorvete *soft serve* foi através da introdução da bebida láctea UHT em uma máquina de sorvete soft com sistema de funcionamento por gravidade (Taylor 162, Illinois, USA) as etapas de limpeza e execução do *prime* (etapa em que é realizado o ajuste da máquina para iniciar a incorporação de ar) foram realizadas de acordo com instruções do fabricante. O processo foi realizado aos 0, 60 e 120 dias de armazenamento.

### 2.5.1 *Overrun* do sorvete *soft serve*

A quantidade de ar incorporado ao sorvete foi determinada por análise de *overrun*, utilizando um recipiente de volume conhecido, a análise consiste em aferir a massa da bebida láctea nesse recipiente e posteriormente aferir a massa de sorvete no mesmo recipiente, o resultado foi obtido a partir da Equação 5 (Clarke, 2004; Goff & Hartel, 2013).

$$\% \text{ overrun} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100 \quad (5)$$

Em que:  $m_1$  = massa da bebida láctea (g);  $m_2$  = massa do sorvete *soft serve* (g).

### 2.5.2 Taxa de derretimento do sorvete *soft serve*

A taxa de derretimento foi obtida através da medição do peso inicial das amostras de sorvete que foi colocada em uma grade de malha e deixada em temperatura ambiente (25°C). A porção derretida que passa através da grade foi coletada em béquer e a massa foi registrada a cada 10 min até atingir 90 min. O teste das taxas de derretimento foi realizado em triplicata (Chen et al., 2019; Goff & Hartel, 2013; Granger, Leger, Barey, Langendorff, & Cansell, 2005).

A taxa de derretimento foi calculada usando a Equação 6:

$$\text{Taxa derretimento} = \frac{m_1 * 100}{m_2} \quad (6)$$

Em que:  $m_1$  = massa de sorvete derretida (g);  $m_2$  = massa de sorvete colocada sobre a tela (g).

## 2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foram avaliados os efeitos das temperaturas em cada lote estudado, comparando os 3 lotes entre si para as mesmas temperaturas, e analisando um período de armazenamento por vez. Sendo os tratamentos os lotes e as variáveis as temperaturas.

Durante os 120 dias de armazenamento, também foram estudados os comportamentos de cada lote de produto relacionando-os com o efeito das temperaturas para cada período analisado. Analisando-se um lote por vez para as diferentes temperaturas. Em que os tratamentos foram os tempos de estocagem e as variáveis as temperaturas.

Os dados foram avaliados estatisticamente utilizando a análise de variância (ANOVA) e em caso de diferenças significativas, aplicado o Teste de comparação de médias de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### 3-RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO LEITE

Os resultados para as análises que determinaram a qualidade do leite estão expressos na Tabela 1, foram determinados os teores de gordura, proteína, acidez, extrato seco total, densidade, crioscopia e contagem bacteriana total, conforme descrição da Instrução Normativa 76 de 2018 (Brasil, 2018). Também foram realizadas as análises de agentes inibidores do crescimento microbiano (antibióticos), neutralizantes da acidez e reconstituintes da densidade, todos esses parâmetros estavam em conformidade com a legislação de referência, indicando uma matéria-prima de boa procedência e qualidade.

Tabela 1- Resultados da avaliação da qualidade do leite.

Parâmetro	Resultado	Valores de referência*
Sólidos totais (g/100 g)	12,3±0,10	≥ 11,40
Gordura (g/100 g)	3,2±0,10	≥ 3,0
Proteína (g/100 g)	3,0±0,04	≥ 2,9
Acidez (g de ácido láctico/100 mL)	0,15±0,00	0,14 a 0,18
pH	6,74±0,02	-
Crioscopia (°C)	-0,535±0,001	-0,512 a -0,536
Densidade (g/L)	1034,0±0,00	1028,0 a 1034,0
Contagem bacteriana total (UFC/mL)	200.000±1.2000	≤300.000

\*Valores de referência de acordo com IN 76/2018.

A contaminação de produtos lácteos pode ocorrer em virtude de vários fatores, tais como de má qualidade da matéria-prima, má higienização dos manipuladores, ambiente e/ou utensílios e condições incorretas de armazenamento (Silva & Martins, 2019).

Resultados em conformidade com a legislação foram obtidos por Pfrimer (2018) na análise de recepção de leite que foi utilizado como matéria-prima para produção de bebida láctea saborizada e resultou em um produto de boa qualidade físico-química. Já para a pesquisa de Guimarães, Venturini, & Segatto (2018) foram encontrados resultados de acidez divergentes da legislação.

#### 3.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SORO DE LEITE FLUIDO CONCENTRADO

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) do soro de leite fluido encontra-se em consulta pública, portanto ainda não existem parâmetros oficiais para esta matéria-prima. O padrão de pH (6,00 a 6,80) expresso no arquivo em consulta são os mesmos utilizados na indústria como parâmetro para garantia da qualidade desta matéria-prima ( Brasil, 2013).

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados físico-químicos encontrados para o soro de leite fluido concentrado utilizado como matéria-prima para elaboração das bebidas lácteas UHT.

Tabela 2 - Resultados da avaliação da qualidade do soro de leite fluido.

Parâmetro	Resultado
Sólidos totais (g/100 g)	18,7±0,10
Gordura (g/100 g)	0,4±0,10
Proteína (g/100 g)	2,3±0,06
Acidez (g de ácido láctico/100 mL)	0,29±0,01
pH	6,49±0,01
Densidade (g/L)	1078,7±4,30
Contagem bacteriana total (UFC/mL)	461.260±31.622

De acordo com Cruz, Zacarchenco, Oliveira, & Corassin (2017) para elaboração de bebidas lácteas deve-se utilizar soro de leite com acidez máxima de 13 °D, equivalente a 0,13 g de ácido láctico/ 100mL, previamente tratado por processo de termização (70°C por 10 a 15 min), visando a inativação de enzimas coagulantes residuais da produção de queijos. O padrão apresentado por este autor é considerando o soro de leite fluído com concentração de sólidos totais de 6 a 8%. O soro utilizado no presente trabalho foi um soro concentrado, obtido por processo de concentração, elevando um teor de sólidos de 6 a 8% para 16 a 18%, resultando uma faixa de concentração de 300%. Devido às características dos componentes do soro de leite o fator de concentração causa aumento na acidez natural do produto, dessa forma o valor de acidez recomendado seria de no máximo 33°D e/ou 0,33 g de ácido láctico/ 100mL, estando de acordo com o resultado encontrado e os parâmetros de qualidade estabelecidos na indústria.

A importância aos parâmetros de acidez e pH do soro estão relacionados aos resultados que a bebida láctea irá apresentar, pH mais baixo e acidez mais alta que os valores estabelecidos resultam em produtos com menor estabilidade térmica e com isso maior incrustação do produto no sistema de tratamento térmico por ultra alta temperatura, devido à aproximação ao ponto isoelétrico das proteínas e conseqüentemente precipitações das proteínas.

### 3.3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA BEBIDA LÁCTEA UHT SABOR BAUNILHA

De acordo com Alqahtani et al. (2014) o processamento por UHT, juntamente com a embalagem asséptica, é amplamente utilizado para produzir bebidas estáveis, pois melhora o perfil de sabor, proporciona maior homogeneidade geral do produto e vida útil prolongada. Assim, para se ter parâmetros para identificação desta estabilidade foram obtidos os resultados abaixo:

### 3.3.1 Composição proximal

Os resultados para a composição proximal dos três lotes de bebidas lácteas UHT sabor baunilha estão descritos na Tabela 3. Verifica-se que não houve diferença significativa entre os lotes para os parâmetros de umidade, cinzas, gordura e carboidratos indicando padronização no processo de fabricação dos lotes. O parâmetro de proteína apresentou diferença significativa entre os três lotes analisados podendo ser pela sensibilidade da metodologia adotada. Somando-se os valores dos teores de cinzas, gordura, proteína e carboidratos tem-se o teor de sólidos totais: 32,52; 32,68; 32,53 (g/100 g) para os lotes 1, 2 e 3 respectivamente.

Tabela 3 - Resultados da composição proximal bebida láctea UHT.

Parâmetros	Composição proximal Dia 0		
	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Teor de umidade (g/100 g)	67,48 <sup>a</sup> ±0,01	67,32 <sup>a</sup> ±0,19	67,47 <sup>a</sup> ±0,40
Cinzas (g/100 g)	0,71 <sup>ab</sup> ±0,02	0,69 <sup>b</sup> ±0,004	0,74 <sup>a</sup> ±0,006
Gordura (g/100 g)	4,5 <sup>a</sup> ±0,1	4,6 <sup>a</sup> ±0,06	4,5 <sup>a</sup> ±0,06
Proteína (g/100 g)	1,27 <sup>b</sup> ±0,01	1,23 <sup>c</sup> ±0,01	1,34 <sup>a</sup> ±0,01
Carboidratos (g/100 g)	26,04 <sup>a</sup> ±0,1	26,16 <sup>a</sup> ±0,15	25,95 <sup>a</sup> ±0,37

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

De acordo com RTIQ de bebidas lácteas com adição de produtos, essas devem conter no mínimo 1,0 g/ 100 g de proteína de origem láctea, assim a bebida láctea em estudo apresenta-se dentro dos padrões estabelecidos ( Brasil, 2005).

O teor de cinzas de bebida lácteas fabricadas com soro de ricota estudadas por Schlabitz (2014), apresentaram variação entre 0,67 g/ 100g a 0,97 g/ 100g. No estudo de Motta e colaboradores (2017) o teor de cinzas na bebida láctea foi de 0,71 g/ 100g e em uma pesquisa realizada por Carvalho, Asquiere, & Damiani (2017) em sorvetes com adição de polpa de fruta, as análises de cinzas apresentaram resultados entre 0,59 g/100g e 0,61 g/ 100g dados próximos aos encontrados no presente trabalho (0,69 g/ 100g a 0,74 g/ 100g ).

Em outro estudo foram analisados os teores de gordura em sorvetes de baunilha e testados em relação às propriedades físicas e aceitação do consumidor, quando reduziram para 6, 12 e 14 g/ 100g o teor de gorduras e utilizado como substituto, para agente de volume, a maltodextrina, não foram observadas diferenças significativas de sabor pelos degustadores treinados na pesquisa, sendo considerado mais relevante o doçor do que a percepção da quantidade de gorduras (Rolon, Bakke, Coupland, Hayes, & Roberts, 2017).

Um estudo de sorvete fermentado apresentou teor de matéria seca (27,12 g/ 100g e 35,50 g/100g), teor de gordura (4,05 g/ 100g e 4,70 g/ 100g) e teor de proteína próximos aos resultados do presente estudo (Dertli et al., 2016). Esse tipo de composição resulta em sorvetes mais leves e aerados, que é o caso dos sorvetes *soft serve*, já para sorvetes de massa que apresentam textura mais densa os valores encontrados para sólidos totais são próximos a 40 g/100g e teores de gordura entre 6 a 12 g/100g (Goff & Hartel, 2013; Granger et al., 2005; Muse & Hartel, 2004; Rolon, Bakke, Coupland, Hayes, & Roberts, 2017)

### **3.3.2 Análises físico-químicas**

Os resultados de acidez e pH para os três lotes acondicionados nas diferentes temperaturas ao longo do *shelf-life*, estão expressos nas Tabela 4.



Tabela 4- Resultados de acidez (g ácido láctico /100 mL) e resultados de pH dos três lotes ao longo do armazenamento em diferentes temperaturas de estocagem.

Tempo (Dia)	21°C			28°C			35°C			
	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	
Acidez	0	0,11 <sup>bb</sup> ±0,3	0,12 <sup>abB</sup> ±0,3	0,12 <sup>aC</sup> ±0,0	0,11 <sup>bb</sup> ±0,3	0,12 <sup>abB</sup> ±0,3	0,12 <sup>aB</sup> ±0,0	0,11 <sup>bC</sup> ±0,3	0,12 <sup>abC</sup> ±0,3	0,12 <sup>aC</sup> ±0,0
	60	0,14 <sup>bA</sup> ±0,0	0,15 <sup>aA</sup> ±0,0	0,14 <sup>bb</sup> ±0,3	0,15 <sup>bA</sup> ±0,3	0,15 <sup>abA</sup> ±0,3	0,16 <sup>aA</sup> ±0,3	0,15 <sup>aB</sup> ±0,0	0,15 <sup>aA</sup> ±0,3	0,15 <sup>aB</sup> ±0,0
	120	0,14 <sup>cA</sup> ±0,0	0,15 <sup>bA</sup> ±0,0	0,16 <sup>aA</sup> ±0,0	0,15 <sup>cA</sup> ±0,0	0,15 <sup>bA</sup> ±0,0	0,16 <sup>aA</sup> ±0,0	0,16 <sup>aA</sup> ±0,0	0,14 <sup>bb</sup> ±0,0	0,16 <sup>aA</sup> ±0,0
pH	0	6,72 <sup>aA</sup> ±0,01	6,70 <sup>bA</sup> ±0,01	6,70 <sup>bA</sup> ±0,01	6,72 <sup>aA</sup> ±0,01	6,70 <sup>bA</sup> ±0,01	6,70 <sup>bA</sup> ±0,01	6,72 <sup>aA</sup> ±0,01	6,70 <sup>bA</sup> ±0,01	6,70 <sup>bA</sup> ±0,01
	60	6,66 <sup>aB</sup> ±0,01	6,63 <sup>bb</sup> ±0,01	6,62 <sup>bb</sup> ±0,02	6,66 <sup>aB</sup> ±0,02	6,60 <sup>bb</sup> ±0,02	6,59 <sup>bb</sup> ±0,02	6,60 <sup>aB</sup> ±0,02	6,56 <sup>bb</sup> ±0,02	6,53 <sup>cB</sup> ±0,02
	120	6,63 <sup>aC</sup> ±0,01	6,61 <sup>bb</sup> ±0,01	6,53 <sup>cC</sup> ±0,01	6,57 <sup>aC</sup> ±0,01	6,57 <sup>aB</sup> ±0,0	6,51 <sup>bC</sup> ±0,01	6,56 <sup>aB</sup> ±0,01	6,57 <sup>aB</sup> ±0,0	6,51 <sup>bC</sup> ±0,01

L1= lote 1, L2= lote 2, L3= lote 3. Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Para os lotes 1 e 2, quando mantidos nas temperaturas de 21°C, verificou-se uma elevação do teor de acidez inicial durante o tempo de *shelf-life*, sendo significativo o aumento entre os dias 0 e 60, porém os valores para acidez se estabilizaram entre os dias 60 e 120. Já para a temperatura de 28°C, o comportamento esteve similar ao comportamento observado quando comparado com a temperatura de 21°C, apresentando elevação inicial da acidez do dia zero para o dia 60, e essa acidez manteve-se estável para o último período analisado para esses lotes, não exibindo diferença estatística.

Quando observados os resultados de acidez para as amostras dos lotes 1, 2 armazenados a temperatura mais elevada, em 35°C pôde-se observar que houve aumento significativos dos valores de acidez durante os 120 dias, não sendo observada estabilização. Quanto menores as variações de acidez em um produto em *shelf-life* melhores são suas características pois é possível verificar que não estão ocorrendo mudanças significativas em seu comportamento.

Para as amostras do lote 3 mantidas a 21°C, pôde-se observar que houve aumento significativo dos valores de acidez durante todo o período de *shelf-life*, não sendo observada estabilização, apesar disso, os resultados não foram superiores as outras temperaturas, sendo considerado um comportamento aceitável. Já a amostra do lote 3 armazenada em 28°C, houve aumento significativo dos valores de acidez para os primeiros 60 dias, e posteriormente esses valores de acidez mantiveram-se estáveis para os seguintes 60 dias.

Assim como para os demais lotes avaliados no presente estudo, a temperatura de 35°C ocasionou elevação significativa dos valores de acidez durante todo período de armazenamento. Houve diferenças significativas para os valores de pH das bebidas lácteas do lote 1 a 21°C e 28°C, durante todo o período estudado. Para a temperatura de 35°C, percebe-se a estabilização do valor de pH ao final do *shelf-life*. Para o segundo lote de bebida analisado, para ambas as temperaturas em estudo, foi observado uma redução dos valores de pH entre o início e o meio do período de armazenamento, que se estabilizou entre os 60 e 120 dias de análises. O lote 03 de bebida láctea apresentou comportamento similar ao lote 01, em relação aos resultados de pH. Houve diferenças significativas para os valores de pH das bebidas lácteas armazenadas a 21°C e 28°C, ao longo de todo o tempo estudado. Para a temperatura de 35°C, percebe-se estabilização do valor de pH entre os dias 60 e 120.

Também foi observado por outros autores lenta diminuição do valor do pH de até 0,15 e 0,25 unidades para os leites UHT durante o armazenamento, o que pode ser

atribuído ao progresso da Reação de Maillard, que representa a reação química mais importante durante estocagem prolongada, pois ocorre a formação de ácido fórmico, esse fato também pode ter contribuído para o presente estudo pelo escurecimento do produto (D’Incecco, Rosi, Cabassi, Hogenboom, & Pellegrino, 2018; Goff & Hartel, 2013).

A acidez aparente ou natural da mistura de sorvete é causada pelas proteínas do leite, sais minerais (principalmente fosfatos e citratos) e pelo CO<sub>2</sub> dissolvido (Brasil, 2006). O pH normal da mistura de sorvete é de cerca de 6,3. A acidez e o pH estão relacionadas à composição do mix, um aumento no conteúdo de sólidos não gordurosos aumenta a acidez e diminui o pH (Goff, Hartel, 2013). Uma elevada acidez é indesejável, uma vez que contribui para o excesso de viscosidade da mistura, diminuição da velocidade de branqueamento, sabor inferior e uma mistura menos estável (Brasil, 2006; Kurt, Atalar, 2018).

Outros fatores que contribuem para a queda do pH e consequente aumento da acidez em produtos lácteos são a degradação da lactose podendo levar à formação de ácidos orgânicos, as micelas de caseína podem sofrer desfosforilação em virtude do tratamento térmico, e a associação de cálcio e fosfato dissolvido à micela de caseína resultando na liberação de prótons, o que diminui o pH (Fortuna, 2015; O’Mahony, Drapala, Mulcahy, & Mulvihill, 2017; Sunds, Rauh, Sørensen, & Larsen, 2018).

O aumento da acidez e diminuição do pH, que ocorreu de forma mais acentuada nos primeiros 60 dias de armazenamento pode ser relacionado com uma reorganização das moléculas e estrutura do produto, devido ao processo de tratamento térmico juntamente com homogeneização causando estresse ao produto conforme fatores destacados acima.

Em sorvetes gourmet os pesquisadores encontram valores de acidez maiores que o presente estudo (0,20 a 0,30 g de ácido láctico/ 100mL) e valores de pH mais altos (7,07; 7,03 e 6,68), não denotando a mesma relação que foi encontrada neste trabalho (RAMOS, 2016)

Amostras padrão de bebida láctea UHT estudadas por Alqahtani et al. (2014) demonstram um pH quase neutro de 6,7, e durante o período de 12 semanas de análises não foram identificadas mudanças significativas no valor de pH, este fato indica que o produto analisado por esse autor apresentou estabilidade durante os 90 dias de armazenamento da mesma forma que no presente trabalho exibiu estabilidade por 120 dias.

Resultados similares foram obtidos em estudo em que os atributos reológicos e sensoriais das bebidas lácteas foram altamente influenciados pelo pH, da mesma forma que foi verificado no presente estudo os autores concluíram que em virtude do leite ser uma solução coloidal e a caseína se precipitar no pH próximo ao ponto isoelétrico, isso demonstra a importância do ajuste do pH antes do aquecimento, e a utilização das matérias-primas com pH próximo ao desejável, para obter o produto final mais satisfatório (Pushpadass, Emerald, Balasubramanyam, & Patel, 2019).

### 3.3.3 Análises microbiológicas da bebida láctea UHT

A presença de microrganismos em produtos submetido ao tratamento UHT pode ser atribuída para a contaminação através da germinação de esporos de bactérias termorresistentes que estavam presentes no leite cru, soro de leite fluido concentrado, insumos e/ou através de contaminação pós-processo com possibilidade de penetração microbiana (Watanuki, Gallo, 2008).

Foram analisadas no total 21 amostras de bebida láctea UHT, em todas as amostras foram detectadas contagens de microrganismos mesófilos ( $<1.10^0$  UFC/mL), sendo este resultado em conformidade com as respectivas legislações dos produtos (Tabela 5) (Brasil, 1996; Brasil, 2005).

Bürger et al (2011) analisaram bebidas lácteas processadas por UHT e encontraram 12% de produtos com resultados microbiológicos de mesófilos aeróbios acima do preconizado em legislação, apesar dos produtos terem sido armazenados sob refrigeração por 48 horas após abertos. Ainda de acordo com os autores, a presença de microrganismos pode ser atribuída a esporos de bactérias termorresistentes presentes na matéria-prima e/ou na contaminação após o tratamento térmico UHT.

Tabela 5- Resultados das contagens mesófilos aeróbios (UFC/mL) das bebidas lácteas UHT.

Análise Microbiológica/ Método	Lote 1		Lote 2		Lote 3	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.

Mesófilos /PetrifilmTM AC* (UFC/mL)	<1.10 <sup>0*</sup>	<1.10 <sup>0*</sup>	<1.10 <sup>0*</sup>	<1.10 <sup>0*</sup>	<1.10 <sup>0*</sup>	<1.10 <sup>0*</sup>
Mesófilos/BHI* (UFC/mL)	<1.10 <sup>0**</sup>	<1.10 <sup>0**</sup>	<1.10 <sup>0**</sup>	<1.10 <sup>0**</sup>	<1.10 <sup>0**</sup>	<1.10 <sup>0**</sup>

\*Limite de referência de 100 UFC/mL. \*\*Limite de referência de 10 UFC/mL.

### 3.3.4 Comportamento reológico da bebida láctea UHT

Os parâmetros de ajuste do modelo da Lei da Potência da bebida láctea UHT estão descritos na Tabela 6 e a viscosidade aparente na Tabela 7 para as diferentes temperaturas de armazenamento.

Ao ajustar o modelo da Lei da Potência (Tabela 6), de forma geral, o índice de consistência K diminui em função do tempo, independentemente da temperatura de armazenamento. Analisando individualmente cada tempo, os lotes de produção também influenciaram a consistência da mistura.

Ao fixar a taxa de deformação em 100 s<sup>-1</sup>, foi possível analisar a viscosidade aparente das misturas para sorvete (Tabela 7). Assim como o índice de consistência, a viscosidade aparente diminui em função do tempo de armazenamento. A viscosidade aparente após 60 dias de armazenamento aumentou em função da temperatura para todos os lotes de produção, entretanto após 120 dias de armazenamento, a viscosidade apresentou característica de estabilidade em função da temperatura, indicando que o emulsificante aumenta a viscosidade das formulações com a temperatura, sugerindo reorganização estrutural (interações entre biomoléculas) durante os primeiros meses de armazenamento.

Os lotes 1 e 2 no dia 60 de armazenamento não apresentaram diferença significativa entre os resultados de viscosidade para as temperaturas de 21°C e 28°C, já para a temperatura de 35°C houve diferença, sendo os maiores resultados. No dia 120 os resultados dos lotes 1 e 2 não apresentaram diferenças significativas para as três temperaturas. O lote 3 apresentou comportamento diferente dos demais lotes avaliados, visto que não houve diferença significativa para as amostras armazenadas em 28 e 35°C no dia 60, já no dia 120 as três temperaturas apresentaram resultados com diferença significativa.

Tabela 6– Parâmetros de ajuste do modelo da Lei da Potência para as diferentes temperaturas de armazenamento.

Lotes de Produção	Dia 0				Temperatura (°C)	Dia 60				Dia 120			
	K (Pa.s <sup>n</sup> )	n	R <sup>2</sup>	RMSE		K (Pa.s <sup>n</sup> )	n	R <sup>2</sup>	RMSE	K (Pa.s <sup>n</sup> )	n	R <sup>2</sup>	RMSE
1	0,172	0,736	0,999	0,022	21	0,073	0,796	0,999	0,001	0,074	0,774	0,999	0,025
					28	0,072	0,796	0,999	0,001	0,068	0,789	0,999	0,008
					35	0,131	0,732	0,999	0,007	0,088	0,739	0,999	0,007
2	0,160	0,749	0,999	0,030	21	0,083	0,778	0,999	0,014	0,069	0,784	0,999	0,024
					28	0,088	0,769	0,999	0,003	0,075	0,770	0,999	0,032
					35	0,119	0,733	0,999	0,026	0,089	0,744	0,999	0,007
3	0,193	0,739	0,999	0,003	21	0,111	0,730	0,999	0,007	0,132	0,711	0,999	0,008
					28	0,156	0,692	0,999	0,062	0,113	0,725	0,999	0,035
					35	0,186	0,668	0,999	0,011	0,086	0,746	0,999	0,001

Modelo ajustado: Lei da Potência  $\tau = K\gamma^n$ ,  $\tau$  = Tensão de cisalhamento (Pa), K = Índice de consistência (Pa.s<sup>n</sup>),  $\gamma$  = Taxa de deformação (s<sup>-1</sup>), n = Índice de comportamento (adimensional), R<sup>2</sup>= coeficiente de determinação.

Tabela 7– Viscosidade aparente fixada em  $100 \text{ s}^{-1}$  em relação a temperatura e o tempo de armazenamento.

Lote de Produção	Viscosidade aparente (Pa.s)	Temperatura (°C)	Viscosidade aparente (Pa.s)	
	Dia 0		Dia 60	Dia 120
1	0,051±0,0	21	0,029 <sup>b</sup> ±0,0	0,026 <sup>a</sup> ±0,001
		28	0,028 <sup>b</sup> ±0,001	0,025 <sup>a</sup> ±0,001
		35	0,037 <sup>a</sup> ±0,001	0,026 <sup>a</sup> ±0,0
2	0,050 ±0,0	21	0,03 <sup>a</sup> ±0,0	0,025 <sup>a</sup> ±0,001
		28	0,03 <sup>a</sup> ±0,001	0,025 <sup>a</sup> ±0,001
		35	0,033 <sup>b</sup> ±0,0	0,026 <sup>a</sup> ±0,0
3	0,057 ±0,0	21	0,031 <sup>b</sup> ±0,0	0,034 <sup>a</sup> ±0,0
		28	0,037 <sup>a</sup> ±0,002	0,031 <sup>b</sup> ±0,001
		35	0,04 <sup>a</sup> ±0,002	0,026 <sup>c</sup> ±0,0

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, para cada lote, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey( $p < 0,05$ ).

Analisando a Figura 2 verifica-se que o comportamento das misturas durante todo período de armazenamento, nas diferentes temperaturas de armazenamento (21°C, 28°C e 35°C), foi similar. A viscosidade aparente diminuiu com o aumento da taxa de cisalhamento para todas as amostras, exibindo o índice de comportamento do fluxo ( $n$ ) abaixo de 1, variando de 0,67 a 0,80 (Tabela 6), representando assim comportamento pseudoplástico (índice de comportamento:  $0 < n < 1$ ) não newtoniano para as diferentes temperaturas, comportamento semelhante foi relatado para misturas de sorvetes em diferentes estudos (Chen et al., 2019; Dertli et al., 2016; Dogan, Kayacier, Toker, Yilmaz, & Karaman, 2013; Souza et al., 2019; Toker et al., 2013).

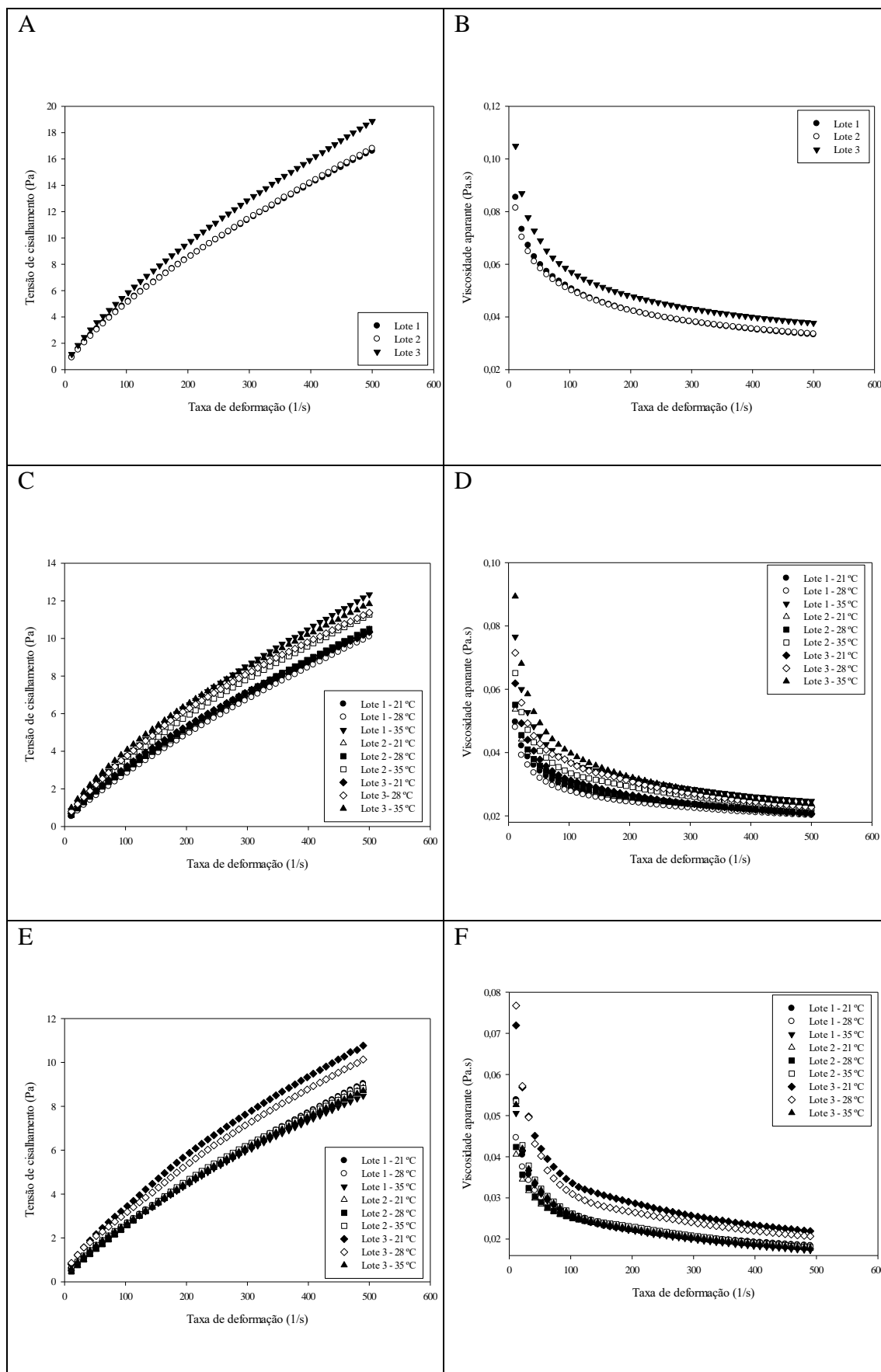


Figura 2. Curvas de tensão de cisalhamento e viscosidade aparente das bebidas lácteas UHT sabor baunilha.

Dia da análise: A e B = tempo 0 dias; C e D = tempo 60 dias; E e F = tempo 120 dias.



### 3.3.5 Propriedades ópticas da bebida láctea UHT

Devido à influência considerável da cor dos produtos na aceitação do consumidor, a medição da cor foi feita nas amostras armazenadas em diferentes temperaturas e os resultados estão expressos na Tabela 8 e 9. Por ser um produto sabor baunilha a cor mais clara é a mais desejável.

Tabela 8– Parâmetros cor L\*, a\* e b\* para as bebidas lácteas UHT sabor baunilha para as diferentes temperaturas de armazenamento.

Dia/Lote	L*			a*			b*		
	21°C	28°C	35°C	21°C	28°C	35°C	21°C	28°C	35°C
0/1	87,20abA±2,2	87,20abA±2,2	87,20abA±2,2	-5,93aA±0,3	-5,93aA±0,3	-5,93aA±0,3	13,83aA±2,8	13,83aA±2,8	13,83aA±2,8
0/2	88,40aA±1,1	88,40aA±1,1	88,40aA±1,1	-6,07aA±0,1	-6,07aA±0,1	-6,07aA±0,1	13,88aA±0,6	13,88aA±0,6	13,88aA±0,6
0/3	85,73bA±0,6	85,73bA±0,6	85,73bA±0,6	-6,41bA±0,1	-6,41bA±0,1	-6,41bA±0,1	13,89aA±0,1	13,89aA±0,1	13,89aA±0,1
	L			a*			b*		
	21°C	28°C	35°C	21°C	28°C	35°C	21°C	28°C	35°C
60/1	79,02aA±6,0	78,47aA±5,0	75,17aA±5,7	-1,35bB±0,2	-1,72cC±0,2	-0,12aA±0,7	14,62abB±1,0	14,60bB±0,7	15,58bA±1,1
60/2	75,21aA±4,5	77,01aA±4,9	76,89aA±4,3	-1,12aB±0,2	-1,15aB±0,2	-0,09aA±0,7	14,39bB±0,6	14,91abAB±0,8	15,68bA±0,9
60/3	79,34aA±3,9	77,72aA±2,9	78,39aA±4,5	-1,57cC±0,2	-1,33bB±0,1	-0,16aA±0,5	15,51aB±0,7	15,54aB±0,5	17,78aA±0,9
	L			a*			b*		
	21°C	28°C	35°C	21°C	28°C	35°C	21°C	28°C	35°C
120/1	71,71aA±0,1	71,25aB±0,0	69,46aC±0,0	-1,85cC±0,0	-1,72cB±0,0	-0,81bA±0,0	11,93cC±0,0	11,97cB±0,0	12,80cA±0,0
120/2	71,62bA±0,0	70,57bB±0,0	69,35bC±0,0	-1,69bC±0,0	-0,90aB±0,0	-0,51aA±0,0	12,29bC±0,0	12,62bB±0,0	13,13bA±0,0
120/3	69,92cA±0,0	69,25cB±0,0	67,67cC±0,0	-1,61aC±0,0	-1,17bB±0,0	-0,51aA±0,0	12,44aC±0,0	13,01aB±0,0	13,72aA±0,0

\*L1= lote 1, L2= lote 2, L3= lote 3. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, para cada dia de análise, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Tabela 9 -Parâmetros cor Cromo, hue e Delta E para as bebidas lácteas UHT sabor baunilha para as diferentes temperaturas de armazenamento.

Dia/Lote	Croma			Hue			Delta E		
	21°C	28°C	35°C	21°C	28°C	35°C	21°C	28°C	35°C
0/1	15,07aA±2,7	15,07aA±2,7	15,07aA±2,7	-66,29aA±3,3	-66,29aA±3,3	-66,29aA±3,3	-	-	-
0/2	15,15aA±0,6	15,15aA±0,6	15,15aA±0,6	-66,35aA±0,8	-66,35aA±0,8	-66,35aA±0,8	-	-	-
0/3	15,30aA±0,1	15,30aA±0,1	15,30aA±0,1	-65,22aA±0,2	-65,22aA±0,2	-65,22aA±0,2	-	-	-
Dia/Lote	Croma			Hue			Delta E		
	21°C	28°C	35°C	21°C	28°C	35°C	21°C	28°C	35°C
60/1	14,68abA±1,0	14,70aA±0,7	15,58bA±1,1	-84,74bB±0,5	-83,31aA±0,5	-89,57aC±0,3	44,495	47,404	91,473
60/2	14,44bB±0,7	14,96aAB±0,8	15,68bA±0,9	-85,55cA±0,5	-85,60cA±0,5	-89,70aB±0,3	83,5279	63,966	72,678
60/3	15,59aB±0,8	15,60aB±0,5	17,78aA±0,9	-84,22aA±0,5	-85,10bB±0,4	-89,46aC±0,4	41,9701	57,019	65,448
Dia/Lote	Croma			Hue			Delta E		
	21°C	28°C	35°C	21°C	28°C	35°C	21°C	28°C	35°C
120/1	12,08cC±0,0	12,10cB±0,0	12,83cA±0,0	-81,18aA±0,1	-81,81aB±0,0	-86,39cC±0,1	129,635	137,41	170,58
120/2	12,40bC±0,0	12,65bB±0,0	13,14bA±0,0	-82,16bA±0,0	-85,91cB±0,1	-87,79bC±0,1	131,141	151,26	173,92
120/3	12,55aC±0,0	13,06aB±0,0	13,72aA±0,0	-82,63cA±0,1	-84,84bB±0,1	-87,86cC±0,0	158,981	172,2	204,78

\*L1= lote 1, L2= lote 2, L3= lote 3. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, para cada dia de análise, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

O parâmetro luminosidade ( $L^*$ ) relaciona-se com a quantidade de luz que é refletida pela amostra, sendo diretamente proporcional, variando de 0 (zero) para uma superfície preta e a 100 (cem) para uma superfície perfeitamente branca (Guimarães, Caliari, & Soares, 2014; Keshtkaran, Mohammadifar, Asadi, Nejad, & Balaghi, 2013)

Para o primeiro dia de análise houve diferença do parâmetro luminosidade entre os lotes, sendo que o lote 1 não diferiu do lote 3, os resultados foram próximos aos encontrados por Alqahtani et al. (2014) para a bebida láctea UHT padrão (86,83), porém para estes autores os valores de  $L^*$  não modificaram ao longo do armazenamento sob refrigeração, diferentemente dos resultados apresentados na Tabela 8 do presente estudo, em que ocorreram escurecimento para os três lotes estudados. O escurecimento pode ser observado nas Figuras 3 e 4. Na figura 4 a coluna 1 são as amostras armazenadas a 21°C, na coluna 2 estão as amostras de temperatura 28°C e na coluna 3 as amostras referentes à temperatura de 35°C, já em relação aos lotes: linha 1 lote 3, linha 2 lote 2, linha 3 lote 1.

Os escurecimentos podem ser confirmados pelos valores de  $\Delta E^*$  terem sido acima de 1 como pode ser observado na Tabela 9. A percepção da diferença de cor  $\Delta E^*$  altera de acordo com a cor observada e a sensibilidade do olho humano, segundo Bodart et al. (2008), o olho humano distingue a diferença de cores apenas se  $\Delta E^*$  for maior do que 1 a 3, além disso, para algumas cores, como tons de azuis, os valores  $\Delta E^*$  próximos a 1 podem ser detectados, e já para outras cores como o vermelho, resultados de  $\Delta E^*$  próximos aos citados podem não ser perceptíveis.

Os valores expressos no eixo  $a^*$  representa a proximidade entre as cores de verde ( $-a^*$ ) ao vermelho ( $+a^*$ ). Verificou-se que os valores de  $a^*$  estão próximos a 0 tendendo ao negativo para as bebidas lácteas UHT, indicando que as amostras estão tendendo para a região do verde (Tabela 8).

O parâmetro  $b^*$  demonstra cores tendendo ao tom de amarelo ( $+b$ ) quando positivos, e cor azul ( $-b$ ), para resultados negativos. Todos os valores médios verificados para a coordenada  $b^*$ , foram positivos (11,94 a 17,78) indicando que as bebidas lácteas apresentam reflexão de comprimento de onda associado com a cor amarela (Tabela 8), que segundo autores é pela caramelização e reação de Maillard (Silva et al., 2015; Keshtkaran et al., 2013).

Sunds et al. (2018) verificaram que a concentração de furosina, composto utilizado para fornecer uma quantificação indireta da reação de *Maillard*, aumenta significativamente com o tempo de armazenamento e a temperatura no leite UHT acondicionado a temperaturas constantes de 20°C acima. Os produtos da reação de

*Maillard* também aumentam significativamente dependendo do tipo de açúcar redutor e aminoácido presente nos alimentos ou seja, de acordo com a composição (Aktağ, Hamzalıoğlu, & Gökmen, 2019; Shibao & Bastos, 2011).

As bebidas apresentaram estabilidade em relação à microbiologia e composição físico-química, mantendo resultados de acidez e pH conforme esperado para o produto, porém ocorreu escurecimento no decorrer da estocagem em consequência da Reação de Maillard, esta é uma reação de caramelização, portanto não causa degradação da qualidade nutricional do alimento, estando o produto apto ao consumo.

O escurecimento que ocorreu até o final do armazenamento pode ser explicado pela Reação de *Maillard* inicial que é ampliada pelo aumento do pH, os estágios intermediário e finais são geralmente favorecidos por pH baixo (Aktağ et al., 2019)

Além deste fator que causou escurecimento em todos os produtos, o lote 3 em estudo foi o último lote produzido na sequência de produção, e seu maior escurecimento pode ter sido aumentado em decorrência de sobrecarga do sistema de tratamento térmico, pelos possíveis resíduos de produto que podem acumular nas placas do trocador de calor, maiores investigações devem ser realizadas para reduzir esses possíveis acúmulos de produtos nos equipamentos.

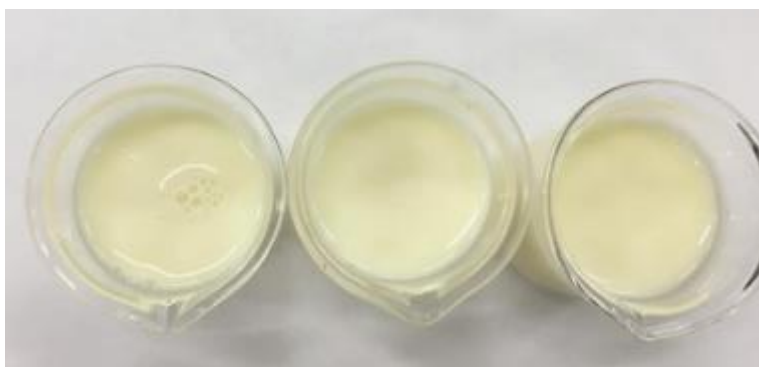


Figura 3. Amostras dos Lotes 1 (Esquerda), Lote 2 (Meio) e Lote 3 (Direita) no tempo 0 de shelf-life.

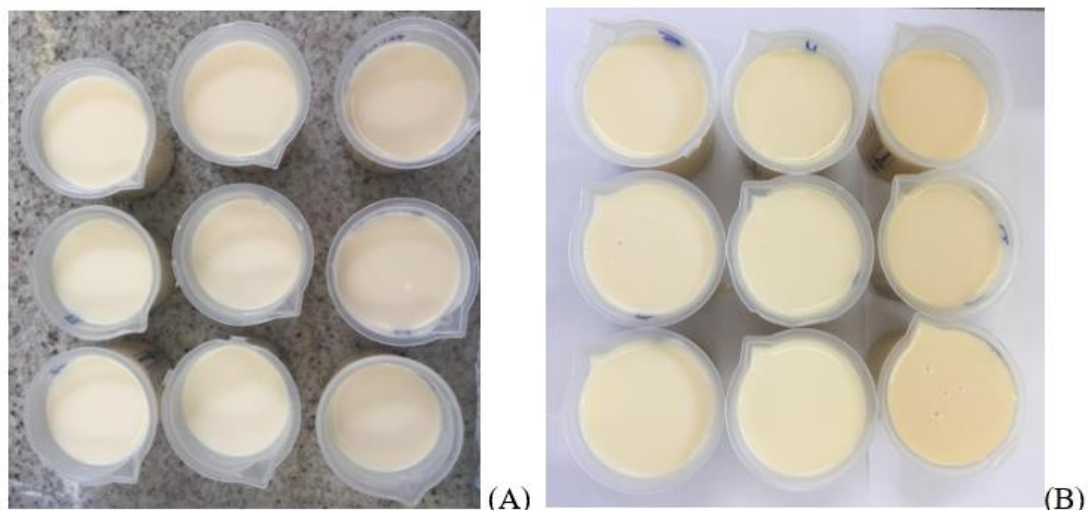


Figura 4. Amostras das bebidas lácteas em diferentes tempos (A = tempo 60 dias; B = tempo 120 dias)

### 3.3.6 Propriedades físicas da bebida láctea UHT

Os resultados dos testes de sedimentação estão descritos na Tabela 10, conforme mostrado, no primeiro dia de análise não foi observado sedimento em todas as amostras analisadas, após o 60º dia aumentou a quantidade observada de sedimentação não apresentando diferença significativa para o último dia de armazenamento e não demonstrou diferença significativa entre os lotes analisados. A temperatura de estocagem não influenciou na sedimentação dos produtos.

Tabela 10- Resultados do índice de sedimentação (%).

Tempo	Temperatura	L1	L2	L3
Dia 0		0 <sup>aB</sup> ±0,00	0 <sup>aB</sup> ±0,00	0 <sup>aB</sup> ±0,00
Dia 60	21°C	0,43 <sup>aA</sup> ±0,07	0,57 <sup>aA</sup> ±0,15	0,45 <sup>aA</sup> ±0,09
Dia 120		0,48 <sup>aA</sup> ±0,05	0,57 <sup>aA</sup> ±0,08	0,45 <sup>aA</sup> ±0,08
Dia 0		0 <sup>aB</sup> ±0,00	0 <sup>aB</sup> ±0,00	0 <sup>aB</sup> ±0,00
Dia 60	28°C	0,51 <sup>aA</sup> ±0,10	0,46 <sup>aA</sup> ±0,12	0,60 <sup>aA</sup> ±0,07
Dia 120		0,46 <sup>aA</sup> ±0,06	0,52 <sup>aA</sup> ±0,08	0,58 <sup>aA</sup> ±0,04
Dia 0		0 <sup>aB</sup> ±0,00	0 <sup>aB</sup> ±0,00	0 <sup>aB</sup> ±0,00
Dia 60	35°C	0,41 <sup>aA</sup> ±0,07	0,35 <sup>aA</sup> ±0,13	0,68 <sup>aA</sup> ±0,15
Dia 120		0,41 <sup>aA</sup> ±0,01	0,43 <sup>aA</sup> ±0,12	0,60 <sup>aA</sup> ±0,05

L1= lote 1, L2= lote 2, L3= lote 3. Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey(p<0,05). Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey(p<0,05).

Assim como em outros estudos o aumento de sedimentação entre os dias de armazenamento causou diminuição na viscosidade aparente (Pandalaneni, Bhanduriya, Amamcharla, Marella, & Metzger, 2019), isso pode explicar a diminuição da viscosidade durante a estocagem. A intensa homogeneização não é benéfica para a estabilidade dos sistemas coloidais podendo acelerar a degradação da carboximetilcelulose, que foi uma das razões para a diminuição da viscosidade levando à aceleração da sedimentação em outros estudos (Wu, Du, Li, & Zhang, 2014).

Foi verificado em estudos com bebida láctea que a diminuição considerável do pH durante o armazenamento pode causar um efeito de compressão na matriz da micela de caseína, fazendo com que haja maior desprendimento de soro causando maior sedimentação dos produtos (Capuchinho, 2018). Para amostras de leite tratadas por UHT analisadas por Gaur, Schalk, & Anema (2018), a sedimentação ocorreu em baixo índice para pH acima de cerca de 6,7, mas quando o pH diminuiu abaixo de pH 6,7, a sedimentação aumentou quase exponencialmente.

### 3.4 OVERRUN DO SORVETE SOFT SERVE

Estão apresentados na Tabela 11 os resultados obtidos para as medições de *overrun* das amostras analisadas nos dias 0, 60 e 120 de armazenamento.

Foi realizada a estatística avaliando a influência da temperatura nos lotes durante o tempo de estocagem e não foi identificada influência da temperatura de armazenamento nos resultados de *overrun* dos diferentes lotes.

A quantidade de ar incorporada na mistura do sorvete é chamada de *overrun* e influencia diretamente o corpo, também é considerada a etapa que mais influi na qualidade do sorvete, na palatabilidade e no rendimento do produto final, ou seja, quanto maior a quantidade de ar for incorporado à mistura, mais barato será o sorvete (Carvalho, 2012; Souza, Costa, Rensis, & Sivieri, 2010).

Tabela 11- Resultados de *overrun* (%).

	Dia 0			Dia 60			Dia 120		
	21°C	28°C	35°C	21°C	28°C	35°C	21°C	28°C	35°C
Lote 1	48 <sup>a</sup> ±0,0	48 <sup>a</sup> ±0,0	48 <sup>a</sup> ±0,0	44 <sup>b</sup> ±0,6	45 <sup>a</sup> ±0,6	45 <sup>a</sup> ±0,6	40 <sup>a</sup> ±1,0	39 <sup>b</sup> ±1,0	38 <sup>c</sup> ±1,0
Lote 2	49 <sup>a</sup> ±0,0	49 <sup>a</sup> ±0,0	49 <sup>a</sup> ±0,0	46 <sup>b</sup> ±1,0	47 <sup>a</sup> ±1,0	45 <sup>c</sup> ±1,0	34 <sup>b</sup> ±0,6	35 <sup>a</sup> ±0,6	35 <sup>a</sup> ±0,6
Lote 3	45 <sup>a</sup> ±0,0	45 <sup>a</sup> ±0,0	45 <sup>a</sup> ±0,0	44 <sup>a</sup> ±1,0	43 <sup>b</sup> ±1,0	45 <sup>a</sup> ±1,0	34 <sup>b</sup> ±1,1	34 <sup>b</sup> ±1,1	36 <sup>a</sup> ±1,1

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas, para cada lote não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey(p<0,05).

Verifica-se na Tabela 11 valores de *overrun* entre 34 a 49%, sendo resultados superiores aos encontrados no estudo de Dertli et al. (2016), que confirmou ter obtido resultados abaixo do esperado para sorvetes fermentados, 22,54 e 33,33%. Rolon, Bakke, Coupland, Hayes, & Roberts (2017) encontraram melhores valores para os sorvetes de massa, com conteúdo de 6% a 14% de gordura (63 a 66%). Os resultados encontrados foram considerados dentro da faixa adequada para sorvete *soft serve* de acordo com Goff (2018) que afirma serem valores típicos entre 25 a 50%.

Esses resultados são considerados importantes para a indústria de laticínios, uma vez que o *overrun* afeta a estabilidade, a textura, a taxa de fusão e as propriedades sensoriais do sorvete e que valores mais elevados de *overrun* são preferidos pela inibição dos cristais de gelo, melhorando a resistência à fusão e melhorando a estabilidade da espuma durante o período de armazenagem (Flores & Goff, 1999).

### 3.5 TAXA DE DERRETIMENTO DO SORVETE *SOFT SERVE*

Os resultados de derretimento estão expressos nas Figura 5 e 6, a curva se apresentou na forma de sigmoide, e iniciou com a fase de adaptação, fase de derretimento rápido e fase de platô, que representam três estágios do derretimento do sorvete, conforme mostrado por outros autores o *overrun* não influenciou nas características de derretimento (Wu, Freire, & Hartel, 2019).

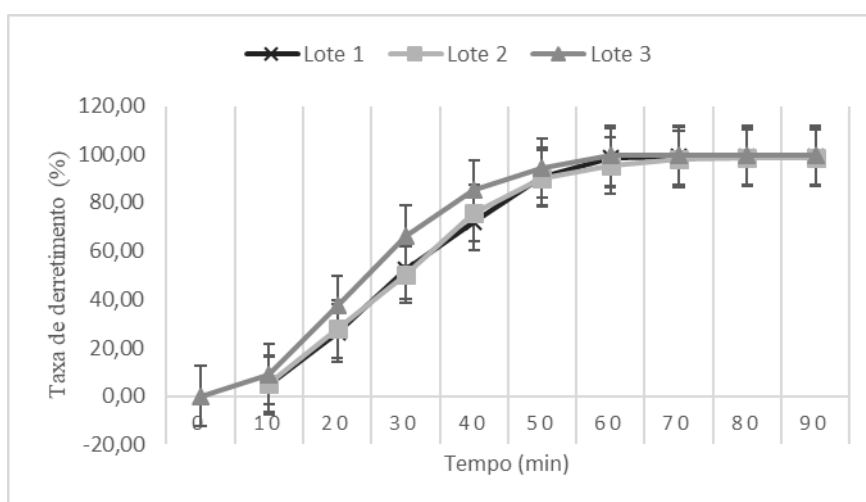


Figura 5. Resultados da taxa de derretimento (%) no dia zero de armazenagem

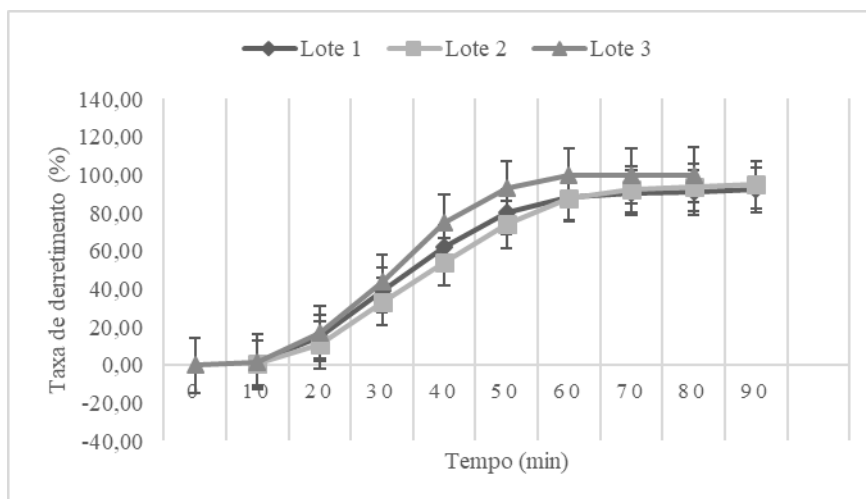


Figura 6. Resultados da taxa de derretimento (%) no dia 120 de armazenamento

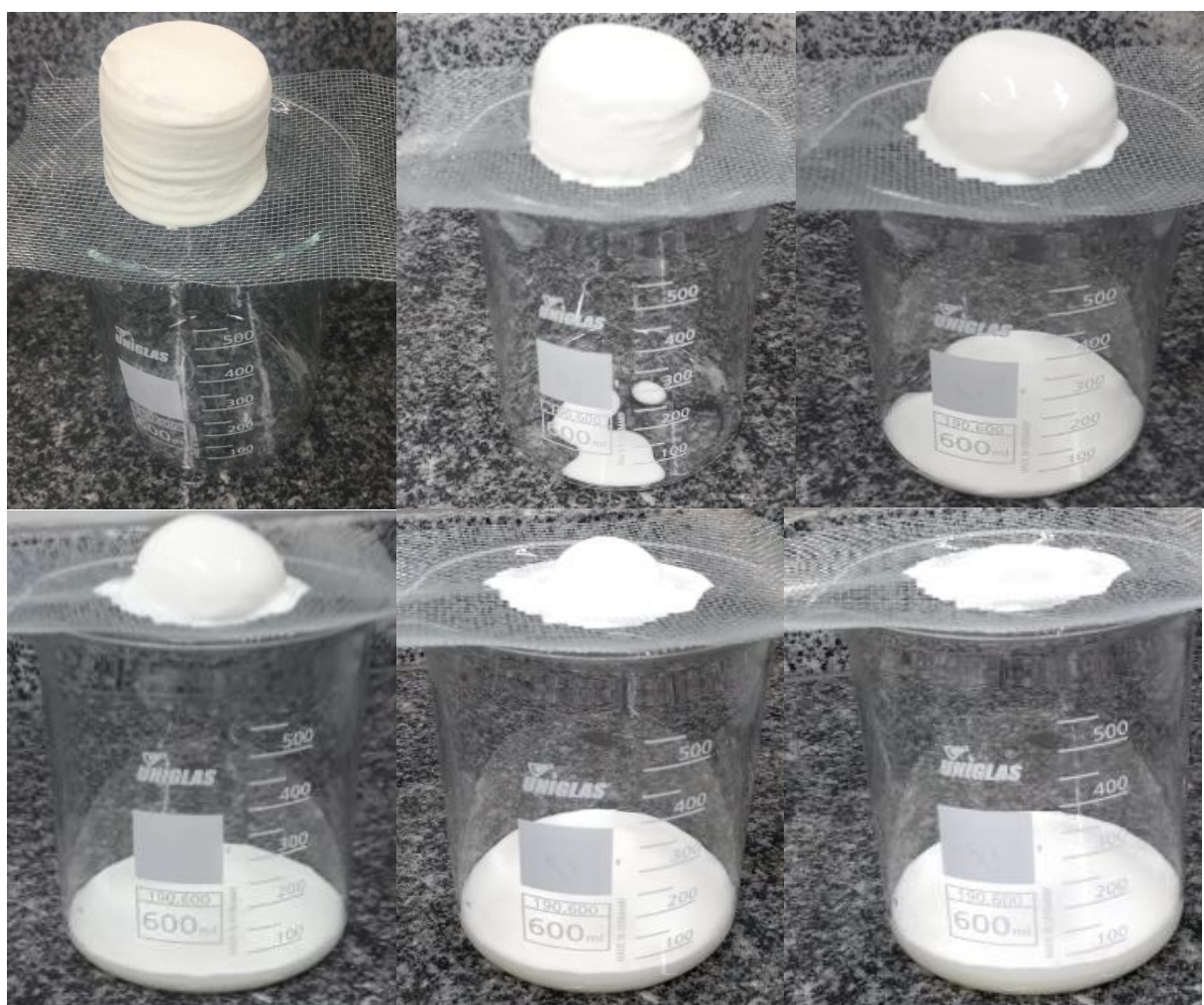


Figura 7. Análise de derretimento, lote 1 dia 0, ao longo do tempo (fotos a cada 10 min),



## 4 CONCLUSÃO

Ao longo do *shelf-life* o pH diminuiu para todos os lotes exibindo uma certa estabilidade após 60 dias de armazenamento, no lote 3 foram identificados os menores valores de pH para todos dias de análise, esta estabilidade deve-se à reorganização estrutural do produto após ter passado por um processo de tratamento térmico em ultra alta temperatura. Os resultados de pH apresentaram relação inversamente proporcional com a acidez que aumentou ao longo da estocagem, conforme era esperado para o comportamento da bebida láctea UHT.

As bebidas lácteas demonstraram comportamento pseudoplástico, sendo caracterizada como um fluido não newtoniano, foi observado que a viscosidade aparente após 120 dias de armazenamento denotou uma característica de estabilidade em função da temperatura, indicando que o emulsificante aumenta a viscosidade das formulações com a temperatura, sugerindo reorganização estrutural (interações entre biomoléculas) durante os primeiros meses de *shelf-life*, comportamento semelhante ao observado para os valores de pH e acidez dos produtos.

A temperatura de 35°C foi a que mais influenciou em alterações nos produtos, tanto em relação à acidez, pH e cor sendo considerada a pior temperatura de armazenamento, as temperaturas de 21 e 28°C não apresentaram diferenças significativas sendo consideradas mais adequadas para estocar o produto.

Em relação à taxa de derretimento, ocorreu redução ao longo do armazenamento pela formação de espuma no sorvete *soft serve*.

## 5. AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, pela disponibilidade das instalações e equipamentos, em especial ao Laboratório de Análises Físico-químicas de Leite e Derivados.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo apoio ao Mestrado Profissionalizante em Tecnologia de Alimentos.

À Ourolac Indústria de Alimentos SA, pelo fornecimento das amostras e disponibilidade dos laboratórios para a condução de análises do estudo.

Ao LabMulti – Laboratório multiusuário Escola de Agronomia - UFG - Campus Samambaia, pela realização das análises de reologia.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aktağ, I. G., Hamzalıoğlu, B. A., & Gökmen, V. (2019). Lactose hydrolysis and protein fortification pose an increased risk for the formation of Maillard reaction products in UHT treated milk products. *Journal of Food Composition and Analysis*, 84(May), 103308. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103308>
- Alqahtani, N. K., Ashton, J., Katopo, L., Haque, E., Jones, O. A. H., & Kasapis, S. (2014). Consistency of UHT beverages enriched with insoluble fibre during storage. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 4(1), 84–92. <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2014.06.005>
- ANVISA (2012). Resolução RDC nº. 53, de 2 de outubro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL - Metodologias analíticas, ingestão diária admissível e limites máximos de resíduos para medicamentos veterinários em alimentos de origem animal. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF.
- AOAC Official Methods of Analysis Microbiological (2016). Methods 990.12 Dry rehydratable film method (PetriFilm™ aerobic count plate). 20th ed. Washington, DC.
- AOAC (2010) Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. 18th Edition, Washington, DC.
- Bodart, M, Peñaranda, R. de, Deneyer, A. Flamant, G. (2008) Caracterização da fotometria e colorimetria de materiais em ferramentas de avaliação da luz do dia. *Construir. Environ.* , 43 , pp. 2046 - 2058.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento (1996). Portaria nº 146 de março de 1996. *Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos*. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1996.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2018). Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2018. Manual de Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem Animal. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2003). Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. Capítulo III - Contagem de microrganismos mesófilos aeróbios viáveis capazes de causar alteração em produtos lácteos líquidos UHT. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF.
- Brasil, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (2005). Instrução normativa nº16, de 23 de agosto de 2005. Regulamento técnico de identidade e qualidade de bebida láctea. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF.
- Brasil, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (2013). Consulta pública da Portaria nº 53, de 10 de abril de 2013. Padrões de identidade e qualidade de soro de leite.
- Brasil, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (2018). Instrução normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leite cru refrigerado. 9–12. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF.
- Brasil, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (2006). Métodos analíticos oficiais físico-químicos para controle de leite e produtos lácteos. Instrução Normativa nº68 de 12 de dezembro de 2006. *Diário Oficial Da União*, Brasília, DF.
- Bürger, K. P., Carvalho, A. C. F. B., Coleone, A. C., Ferreira, L. M., Bürger, C. P., Vidal-martins, A. M. C., & Cortez, A. L. L. (2011). Características microbiológicas de leite integral e bebida láctea processados por uat ( ultra alta temperatura ) ao longo

- do período de validade. *Arq. Inst. Biol.*, v.78, n.1, p.129-136. São Paulo, Brasil.
- Capuchinho, L. C. F. M. (2018). *Efeito da concentração de soro e da adição de culturas na sinérese e pósacidificação de bebida láctea fermentada*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais
- Carvalho, K. D. (2012) *Utilização do soro de leite doce na fabricação de sorvete de massa*. 195p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável e Qualidade de Vida) apresentada ao Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino – FAE. São Paulo.
- Carvalho, V. S., Asquieri, E. R., & Damiani, C. (2017). Produção de sorvete utilizando a polpa de sapota (*Quararibea cordata vischer*). *Revista Agrarian*, 4(11), 01–09.
- Clarke, C. *The Science of Ice Cream*; The Royal Society of Chemistry: Cambridge, UK, 2004.
- Chen, W., Liang, G., Li, X., He, Z., Zen, M., & Gao, D. (2019). AC SC. Effects of soy proteins and hydrolysates on fat globule coalescence and meltdown properties of ice cream. *Food Hydrocolloids*. Volume 94, September 2019, Pages 279-286.
- Cruz, A. G., Zacarchenco, P. B., Oliveira, C. A. F., & Corassin, C. H. (2017). *Processamento de Produtos Lácteos: queijos, leite fermentados, bebidas lácteas, sorvetes, manteiga, creme de leite, doce de leite, soro em pó e lácteos funcionais* (1 ed). Rio de Janeiro: Elsevier.
- D’Incecco, P., Rosi, V., Cabassi, G., Hogenboom, J. A., & Pellegrino, L. (2018). Microfiltration and ultra-high-pressure homogenization for extending the shelf-storage stability of UHT milk. *Food Research International*, 107(February), 477–485. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.02.068>
- Silva, F. L., Ferreira, H. A. L., Souza, A. B., Almeida, D. de F., Stephani, R., Pirozi, M. R., ... Perrone, I. T. (2015). Production of dulce de leche: The effect of starch addition. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1), 417–423. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.10.062>
- Silva, M. F. O, Martins, E. S. (2019) Qualidade microbiológica de sorvetes comercializados em Frutal, Minas Gerais *Revista Verde*. V. 14, n.1, jan.-mar, p.128-133. <https://doi: 10.18378/rvads.v14i1.5800>
- Dertli, E., Toker, O. S., Durak, M. Z., Yilmaz, M. T., Tatlisu, N. B., Sagdic, O., & Cankurt, H. (2016). Development of a fermented ice-cream as influenced by in situ exopolysaccharide production: Rheological, molecular, microstructural and sensory characterization. *Carbohydrate Polymers*, 136, 427–440. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.08.047>
- Dogan, M., Kayacier, A., Toker, Ö. S., Yilmaz, M. T., & Karaman, S. (2013). Steady, Dynamic, Creep, and Recovery Analysis of Ice Cream Mixes Added with Different Concentrations of Xanthan Gum. *Food and Bioprocess Technology*, 6(6), 1420–1433. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0872-z>
- Flores, A. A., & Goff, H. D. (1999). Recrystallization in Ice Cream after Constant and Cycling Temperature Storage Conditions as Affected by Stabilizers. *Journal of Dairy Science*, 82(7), 1408–1415. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75367-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75367-1)
- Fortuna, L. A. P. (2015). *Estudo da estabilidade da micela de caseína em leite estável e instável não ácido*. 3–4.
- Gaur, V., Schalk, J., & Anema, S. G. (2018). Sedimentation in UHT milk. *International Dairy Journal*, 78, 92–102. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2017.11.003>
- Goff, H. D., & Hartel, R. W. (2013). *Ice Cream* (7th ed.). <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6096-1>
- Goff, H. D. Ice Cream and Frozen Desserts: Product Types. *Elsevier*. Department of

- Food Science, University of Guelph, Guelph, ON, Canada. Reference Module in Food Science. doi:10.1016/b978-0-08-100596-5.00833-7. 2018
- Granger, C., Leger, A., Barey, P., Langendorff, V., & Cansell, M. (2005). Influence of formulation on the structural networks in ice cream. *International Dairy Journal*, 15(3), 255–262. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2004.07.009>
- Guimarães, B. C., Venturini, K., & Segatto, M. (2018). *Controle de qualidade de leites UHT comercializados em Vitória, Espírito Santo*. 19–35.
- Guimarães, F. I. T., Caliari, M., & Soares, M. S. (2014). Instrumental analysis of texture, color and acceptance of instant dessert formulated with broken-rice grains. *Food Science and Technology Research*, 20(4), 785–792. <https://doi.org/10.3136/fstr.20.785>
- Keshtkaran, M., Mohammadifar, M. A., Asadi, G. H., Nejad, R. A., & Balaghi, S. (2013). Effect of gum tragacanth on rheological and physical properties of a flavored milk drink made with date syrup. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5942>
- Kurt, A.; Atalar, İ. Effects of quince seed on the rheological, structural and sensory characteristics of ice Cream. *Food Hydrocolloids*, v. 82, p. 186-195, 2018.
- Mcmahon, D. (2013). *Milk and dairy products in human nutrition*. Rome.
- Motta, R. G., Lodete, A. R., Martins, L. D. S. A., Leite, N. D., & Santos, P. A. dos. (2017). Bebida fermentada a base de soja com sabor de ameixa e suplementada com inulina em substituição ao iogurte tradicional. *Veterinária e Zootecnia*, 24(4), 724–733. <https://doi.org/10.35172/rvz.2017.v24.243>
- Muse, M. R., & Hartel, R. W. (2004). Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *Journal of Dairy Science*, 87(1), 1–10. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73135-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73135-5)
- O'Mahony, J. A., Drapala, K. P., Mulcahy, E. M., & Mulvihill, D. M. (2017, April 1). Controlled glycation of milk proteins and peptides: Functional properties. *International Dairy Journal*, Vol. 67, pp. 16–34. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.09.012>
- Pandalaneni, K., Bhanduriya, K., Amamcharla, J. K., Marella, C., & Metzger, L. E. (2019). Influence of milk protein concentrates with modified calcium content on enteral dairy beverage formulations: Storage stability. *Journal of Dairy Science*, 102(1), 155–163. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15239>
- Pfrimer, R. T. (2018). *FERMENTADA ACRESCIDA DE LEITELHO E SABORIZADA COM POLPA DE CAGAITA (Eugenia dysenterica)*.
- Pushpadass, H. A., Emerald, F. M. E., Balasubramanyam, B. V., & Patel, S. S. (2019). Rheological Properties of Milk-Based Beverages. In *Milk-Based Beverages* (pp. 373–396). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815504-2.00011-6>
- RAMOS, A. F. (2016). Avaliação de aspectos físico-químicos, sensorias e reológicos de sorvete gourmet elaborado com teor reduzido de lactose. *Dissertação*, 61.
- Rolon, M. L., Bakke, A. J., Coupland, J. N., Hayes, J. E., & Roberts, R. F. (2017). Effect of fat content on the physical properties and consumer acceptability of vanilla ice cream. *Journal of Dairy Science*, 100(7), 5217–5227. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12379>
- Schlabit, C. (2014). Aplicação de soro de ricota na elaboração de bebida láctea fermentada funcional. *Centro Universitário Univates*.
- Shibao, J., & Bastos, D. H. M. (2011). Produtos da reação de Maillard em alimentos: Implicações para a saúde. *Revista de Nutricao*, 24(6), 895–904. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732011000600010>
- Silva, M. F. de O., & Martins, E. D. S. (2019). Qualidade microbiológica de sorvetes

- comercializados em Frutal, Minas Gerais. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, *14*(1), 128. <https://doi.org/10.18378/rvads.v14i1.5800>
- Souza, J. C. B. de, Costa, M. de R., Rensis, M. V. B., & Sivieri, C. (2010). Sorvete: Composição, Processamento E Viabilidade Da Adição De Probiótico. *Alimento e Nutrição*, *21*(1), 155–165. Retrieved from <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/1401/923>
- Souza, F. P., Balthazar, C. F., Guimarães, J. T., Pimentel, T. C., Esmerino, E. A., Freitas, M. Q., ... Cruz, A. G. (2019). The addition of xyloligosaccharide in strawberry-flavored whey beverage. *Lwt*, *109*, 118–122. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.093>
- Sunds, A. V., Rauh, V. M., Sørensen, J., & Larsen, L. B. (2018). Maillard reaction progress in UHT milk during storage at different temperature levels and cycles. *International Dairy Journal*, *77*, 56–64. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2017.08.008>
- Toker, O. S., Karaman, S., Yuksel, F., Dogan, M., Kayacier, A., & Yilmaz, M. T. (2013). Temperature Dependency of Steady, Dynamic, and Creep-Recovery Rheological Properties of Ice Cream Mix. *Food and Bioprocess Technology*, *6*(11), 2974–2985. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-1005-4>
- Watanuki, M. M.; Gallo, C. R.. (2008) Detecção de *Bacillus cereus* em leite e avaliação da germinação dos esporos após tratamento térmico. **Rev. Inst. Adolfo Lutz** . 2008, vol.67, n.3, pp. 202-207. ISSN 0073-9855.
- White, D.A. et al. (2008) Sunflower-seed oil body emulsions: Rheology and stability assessment of a natural emulsion. *Food Hydrocolloids*, Oxford, v.22, n.7, p.1224-1232.
- Wu, B., Freire, D. O., & Hartel, R. W. (2019). The Effect of Overrun, Fat Destabilization, and Ice Cream Mix Viscosity on Entire Meltdown Behavior. *Journal of Food Science*. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14743>
- Wu, J., Du, B., Li, J., & Zhang, H. (2014). Influence of homogenisation and the degradation of stabilizer on the stability of acidified milk drinks stabilized by carboxymethylcellulose. *LWT - Food Science and Technology*, *56*(2), 370–376. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.12.029>