

Avaliação de mistura líquida para sorvete soft serve ao longo do armazenamento

Evaluation of liquid mixture for ice cream soft serve throughout storage

**La evaluación de lamezcla líquida para helado soft serve durante todo el
almacenamiento**

Recebido: 11/09/2020 | Revisado: 13/09/2020 | Aceito: 24/09/2020 | Publicado: 26/09/2020

Júlia Nascimento Vieira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2161-4605>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: julia.vieira@hotmail.com

Richard Marins da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2932-1038>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: richard.silva@hotmail.com

Lorrane Soares dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0519-2246>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: lorrane.soare.santos@gmail.com

Yasmim de Lima Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4089-1093>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: limay9612@gmail.com

Lismaíra Gonçalves Caixeta Garcia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8508-8982>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: lismairagarcia@hotmail.com

Priscila Alonso dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1024-4343>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: priscila.santos@ifgoiano.edu.br

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.

Abstract

UHT dairy beverages like the one in this study can have the technological application of soft serve ice cream or express as it is also known. In this study, the physical-chemical and microbiological characterization of the UHT dairy drink used as a liquid mixture for ice cream along the shelf- life, at three storage temperatures (21, 28 and 35 ° C), in addition, three batches of the same product were evaluated, with the same formulation, produced in sequence to verify the repeatability of the production process, product stability was perceived, despite a slight drop in pH, an increase in acidity and browning by a Maillard reaction occurred in products stored at a higher temperature. A rheological study was carried out and a pseudoplastic behavior was verified for the 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.

Resumen

Las bebidas lácteas UHT como la de este estudio pueden tener la aplicación tecnológica de helado soft serve o express como también se le conoce. En este estudio, la caracterización

físico-química y microbiológica de la bebida láctea UHT utilizada como mezcla líquida para helados a lo largo de la estantería- vida útil, a tres temperaturas de almacenamiento (21, 28 y 35 ° C), además, se evaluaron tres lotes del mismo producto, con la misma formulación, producidos en secuencia para verificar la repetibilidad del proceso productivo, se percibió estabilidad del producto, a pesar de Se produjo una ligera caída del pH, un aumento de la acidez y un pardeamiento por reacción de Maillard en los productos almacenados a una temperatura más alta. Se realizó un estudio reológico y se verificó un comportamiento pseudoplástico para las bebidas lácteas utilizadas como insumo para helados soft serve, luego de la extrusión se midió la estabilidad de las mismas mediante un índice de sedimentación y fusión mostrando buenas condiciones de consumo para todas las muestras analizadas.

Palabras clave: Helado; Bebida láctea UHT; Suero concentrado; Tratamiento térmico; *Shelf-life*; Reología; 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).

A fim de reduzir o impacto causado pela geração de resíduos e agregar valor econômico ao soro de leite, as indústrias o utilizam para enriquecer e fabricar alimentos por apresentar alto valor nutricional, e somado à capacidade funcional de suas proteínas, resultando em produtos muito nutritivos (Pereira, 2019).

A bebida láctea UHT em estudo pode ser utilizada como matéria-prima para milkshakes, 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 condições da mistura para sorvete e de suas matérias-primas influenciam diretamente nas propriedades reológicas do alimento, pois as proteínas presentes no soro têm papel importante na emulsificação da gordura, na aeração, viscosidade, e impedem a

recristalização do gelo (Vega, 2005)

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).

2. Metodologia

Para realização do presente estudo, utilizou-se de uma metodologia de pesquisa em campo (obtenção das amostras de bebida láctea UHT) e parte em laboratório (realização das análises) (Perreira et al., 2018).

2.1. Material

As amostras de bebida láctea UHT sabor baunilha foram cedidas por um laticínio localizado na região de Rio Verde (Goiás, Brasil). As bebidas lácteas foram fabricadas sob condições comerciais típicas de processamento UHT. Foram utilizadas as mesmas formulações para os três lotes produzidos afim 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*.

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 mussarela 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 °C 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 40.000 L 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 nº 68 de 12 de dezembro de 2006 nos laboratórios da Oulolac 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-se o butirômetro em pano descartável e o mesmo foi agitado de modo a promover a mistura completa dos líquidos no interior do aparelho. Realizou-se a centrifugação em centrifuga Gerber (8 BTF CapLab) 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, que 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 Kjeltex 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 0,1 N 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 atingir 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 decapacidade correspondente, em seguida introduziu-se o termolactodensímetro (IncoTerm, Rio Grande do Sul, Brasil) na amostra e foi deixado a flutuar sem que se 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 tetraciclinas 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™) 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 de 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 100 mL, utilizando balança semianálitica (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 (± 2 °C), 28 °C (± 2 °C) e 35 °C (± 2 °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 n° 68 de 12 de dezembro de 2006 do MAPA em três repetições, a partir da titulação de 10mL 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 semi-analítica.

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 n° 62 de 26 de agosto de 2003do 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⁻¹, a segunda (descida) com taxa decrescente de 500 a 1 s⁻¹.

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

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

Em que: τ = tensão de cisalhamento (Pa), K =índice de consistência (Pa.sⁿ), $\dot{\gamma}$ = taxa de deformação (s⁻¹), 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 (ΔE^*) entre amostras foi calculada pela Equação 3:

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

Em que: ΔL^* , Δa^* e Δb^* 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 15g 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).

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

Em que: ISe = Índice de sedimentação (%); Vinf = Volume do sedimento (g); Vtotal = Volume total (g).

3. Resultados e Discussão

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 nº 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/100g)	12,3±0,10	≥ 11,40
Gordura (g/100g)	3,2±0,10	≥ 3,0
Proteína (g/100g)	3,0±0,04	≥ 2,9
Acidez(g de ácido láctico/100mL)	0,15±0,00	0,14a 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. Fonte: Autores.

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).

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/100g)	18,7±0,10
Gordura (g/100g)	0,4±0,10
Proteína (g/100g)	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

Fonte: Autores.

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 fluido 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 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 / 100 mL, 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 consequentemente precipitações das proteínas. Segundo Holanda et al. (2020) os valores de pH e acidez influenciam diretamente na textura do produto, pois uma alta acidez pode desestabilizar o gel responsável pela textura dos produtos.

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/100g)	67,48 ^a ±0,01	67,32 ^a ±0,19	67,47 ^a ±0,40
Cinzas (g/100g)	0,71 ^{ab} ±0,02	0,69 ^b ±0,004	0,74 ^a ±0,006
Gordura (g/100g)	4,5 ^a ±0,1	4,6 ^a ±0,06	4,5 ^a ±0,06
Proteína (g/100g)	1,27 ^b ±0,01	1,23 ^c ±0,01	1,34 ^a ±0,01
Carboidratos (g/100g)	26,04 ^a ±0,1	26,16 ^a ±0,15	25,95 ^a ±0,37

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

De acordo com RTIQ de bebidas lácteas com adição de produtos, essas devem conter no mínimo 1,0g/100g 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 Schlabit (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, Asquieri, & 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 gordurase 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 et al. 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 na 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 (g ácido láctico/ 100 mL)	0	0,11 ^{bB} ±0,3	0,12 ^{abB} ±0,3	0,12 ^{aC} ±0,0	0,11 ^{bB} ±0,3	0,12 ^{abB} ±0,3	0,12 ^{aB} ±0,0	0,11 ^{bC} ±0,3	0,12 ^{abC} ±0,3	0,12 ^{aC} ±0,0
	60	0,14 ^{bA} ±0,0	0,15 ^{aA} ±0,0	0,14 ^{bB} ±0,3	0,15 ^{bA} ±0,3	0,15 ^{abA} ±0,3	0,16 ^{aA} ±0,3	0,15 ^{aB} ±0,0	0,15 ^{aA} ±0,3	0,15 ^{aB} ±0,0
	120	0,14 ^{cA} ±0,0	0,15 ^{bA} ±0,0	0,16 ^{aA} ±0,0	0,15 ^{cA} ±0,0	0,15 ^{bA} ±0,0	0,16 ^{aA} ±0,0	0,16 ^{aA} ±0,0	0,14 ^{bB} ±0,0	0,16 ^{aA} ±0,0
pH	0	6,72 ^{aA} ±0,01	6,70 ^{bA} ±0,01	6,70 ^{bA} ±0,01	6,72 ^{aA} ±0,01	6,70 ^{bA} ±0,01	6,70 ^{bA} ±0,01	6,72 ^{aA} ±0,01	6,70 ^{bA} ±0,01	6,70 ^{bA} ±0,01
	60	6,66 ^{aB} ±0,01	6,63 ^{bB} ±0,01	6,62 ^{bB} ±0,02	6,66 ^{aB} ±0,02	6,60 ^{bB} ±0,02	6,59 ^{bB} ±0,02	6,60 ^{aB} ±0,02	6,56 ^{bB} ±0,02	6,53 ^{cB} ±0,02
	120	6,63 ^{aC} ±0,01	6,61 ^{bB} ±0,01	6,53 ^{cC} ±0,01	6,57 ^{aC} ±0,01	6,57 ^{aB} ±0,0	6,51 ^{bC} ±0,01	6,56 ^{aB} ±0,01	6,57 ^{aB} ±0,0	6,51 ^{bC} ±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). Fonte: Autores.

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 indica 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 1, 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.

Essa variação no valor de pH pode ser gerada pela desfosforilação de caseínas, reações proteína-proteína que resultam na liberação de íons H⁺ e também pelos ácidos resultantes da reação de Maillard que é responsável pelas principais mudanças leites como consequência do tratamento UHT (Sousa, 2017; Aktağ, 2018)

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).

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.

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 et al. 2019).

3.3.3. Análises microbiológicas da bebida láctea UHT

Diversos fatores influenciam a presença de microrganismos em produtos submetidos ao tratamento UHT, como por exemplo, esporos bactérias termorresistentes, insumos e até mesmo o pós-pasteurização. Segundo Ohkubo et al. (2019), apesar da alta temperatura, essa pasteurização nem sempre inativa todos os esporos, principalmente se houver grande quantidade no leite cru, estes podem sobreviver e acelerar a deterioração do produto.

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 ^{0*}					
Mesófilos/BHI* (UFC/mL)	<1.10 ^{0**}					

*Limite de referência de 100 UFC/mL. **Limite de referência de 10 UFC/mL. Fonte: Autores.

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⁻¹, 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 ⁿ)	N	R ²	RMSE		K (Pa.s ⁿ)	n	R ²	RMSE	K (Pa.s ⁿ)	N	R ²	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 $\tau = K\gamma^n$, τ = Tensão de cisalhamento (Pa), K = Índice de consistência (Pa.sⁿ), γ = Taxa de deformação (s⁻¹), n = Índice de comportamento (adimensional), R²= coeficiente de determinação. Fonte: Autores.

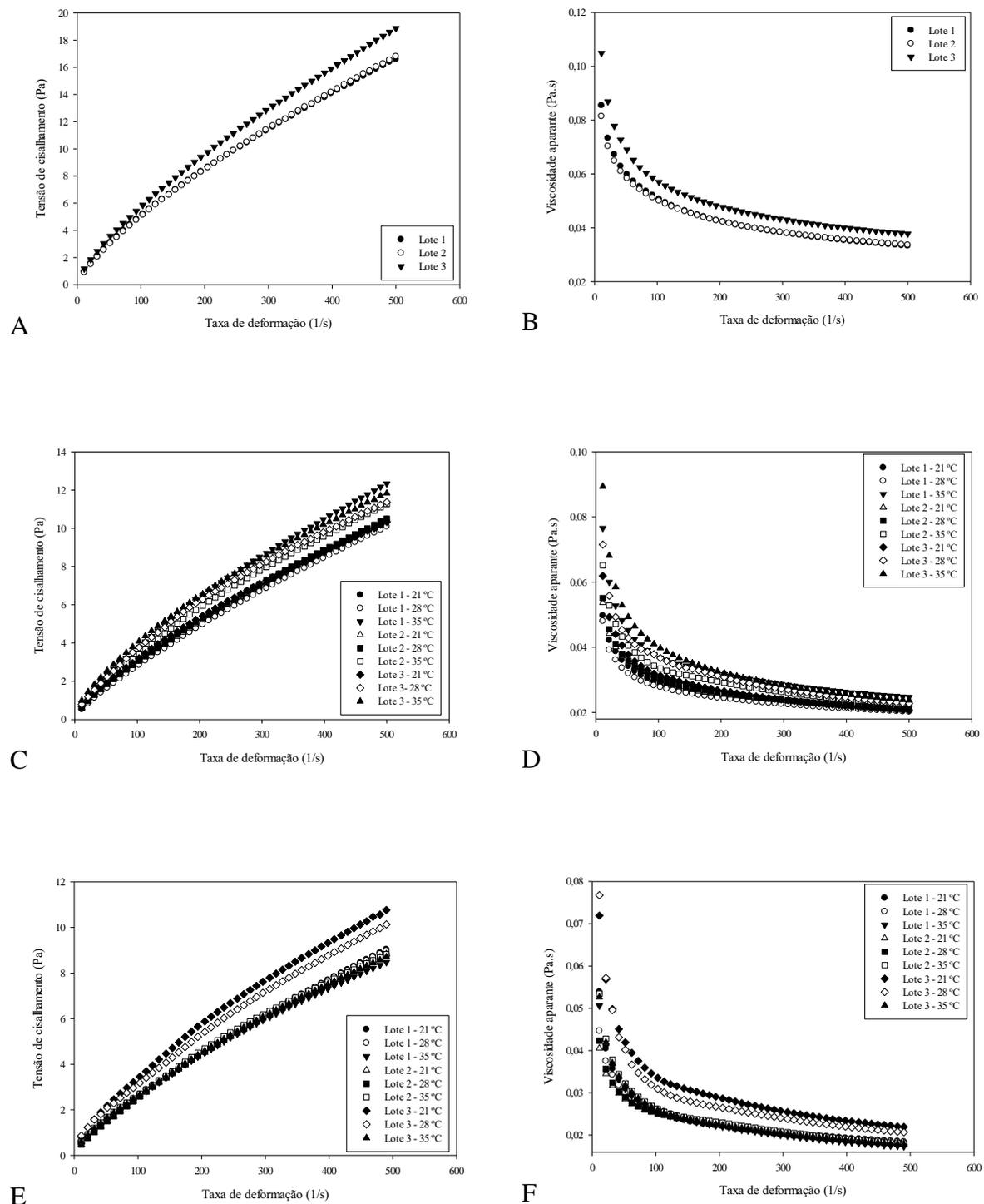
Tabela 7 - Viscosidade aparente fixada em 100 s^{-1} em relação a temperatura e o tempo de armazenamento.

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 ^b ±0,0	0,026 ^a ±0,001
		28	0,028 ^b ±0,001	0,025 ^a ±0,001
		35	0,037 ^a ±0,001	0,026 ^a ±0,0
2	0,050 ±0,0	21	0,03 ^a ±0,0	0,025 ^a ±0,001
		28	0,03 ^a ±0,001	0,025 ^a ±0,001
		35	0,033 ^b ±0,0	0,026 ^a ±0,0
3	0,057 ±0,0	21	0,031 ^b ±0,0	0,034 ^a ±0,0
		28	0,037 ^a ±0,002	0,031 ^b ±0,001
		35	0,04 ^a ±0,002	0,026 ^c ±0,0

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

Analisando a Figura 1 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 1 - 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. Fonte: Autores.

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 nas Tabelas 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). Fonte: Autores.

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	-	-	-
	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
	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). Fonte: Autores.

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 2 e 3. Na figura 3 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 ΔE^* terem sido acima de 1 como pode ser observado na Tabela 9. A percepção da diferença de cor ΔE^* 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 ΔE^* for maior do que 1 a 3, além disso, para algumas cores, como tons de azuis, os valores ΔE^* próximos a 1 podem ser detectados, e já para outras cores como o vermelho, resultados de ΔE^* 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

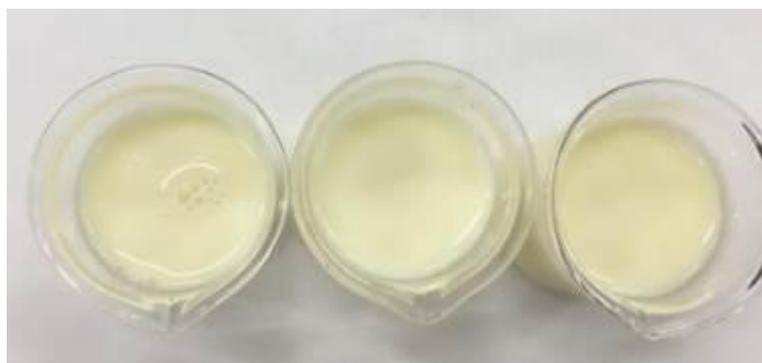
ou seja, de acordo com a composição (Aktağ, Hamzalıoğlu, & Gökmen, 2019; Shibao & Bastos, 2011).

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)

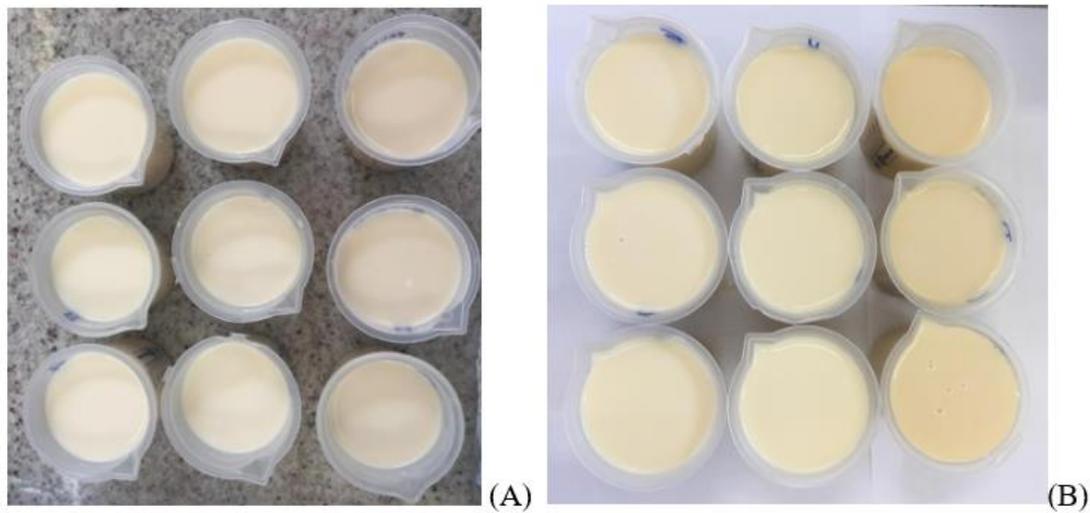
Além deste fator que causou escurecimento em todos os produtos, o lote 3 em estudo foi o último lote produzido na sequência de produção, e seu maior escurecimento pode ter sido aumentado em decorrência de sobrecarga do sistema de tratamento térmico, pelos possíveis resíduos de produto que podem acumular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

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



Fonte: Autores.

Figura 3 - Amostras das bebidas lácteas em diferentes tempos (A = tempo 60 dias; B = tempo 120 dias)



Fonte: Autores.

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 ^{aB} ±0,00	0 ^{aB} ±0,00	0 ^{aB} ±0,00
Dia 60	21°C	0,43 ^{aA} ±0,07	0,57 ^{aA} ±0,15	0,45 ^{aA} ±0,09
Dia 120		0,48 ^{aA} ±0,05	0,57 ^{aA} ±0,08	0,45 ^{aA} ±0,08
Dia 0		0 ^{aB} ±0,00	0 ^{aB} ±0,00	0 ^{aB} ±0,00
Dia 60	28°C	0,51 ^{aA} ±0,10	0,46 ^{aA} ±0,12	0,60 ^{aA} ±0,07
Dia 120		0,46 ^{aA} ±0,06	0,52 ^{aA} ±0,08	0,58 ^{aA} ±0,04
Dia 0		0 ^{aB} ±0,00	0 ^{aB} ±0,00	0 ^{aB} ±0,00
Dia 60	35°C	0,41 ^{aA} ±0,07	0,35 ^{aA} ±0,13	0,68 ^{aA} ±0,15
Dia 120		0,41 ^{aA} ±0,01	0,43 ^{aA} ±0,12	0,60 ^{aA} ±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 ($p < 0,05$). Fonte: Autores.

Assim como em outros estudos o aumento de sedimentação entre os dias de armazenamento causou diminuição na viscosidade aparente (Pandalaneni et al., 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.

4. Considerações Finais

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.

Este estudo reforça que as influências sobre a qualidade dos produtos alimentícios vão desde a matéria prima até as condições de armazenamento. E o estudo dessas variáveis é importante para impedir a perda de qualidade dos alimentos e selecionar as melhores tecnologias a serem aplicadas durante a vida útil do produto.

Agradecimentos

Agradeço ao IF Goiano todo incentivo e apoio para que se tornasse possível o desenvolvimento desse trabalho.

Referências

Aktağ, I. G., Hamzalıoğlu, 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, 10330.

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.

AOAC (2010) Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. (18a ed.), Washington, DC.

AOAC Official Methods of Analysis Microbiological (2016). Methods 990.12 Dry rehydratable film method (Petrifilm™ aerobic count plate). 20th ed. Washington, DC.

Bodart, M, Peñaranda, R. de, Deneuer, A., Flamant, G. (2008) Caracterização da fotometria e colorimetria de materiais em ferramentas de avaliação da luz do dia. *Construir. Environ.* 43 , 2046 - 2058.

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 (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.

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 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 (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.

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.*, 78(1), 129-136. São Paulo, Brasil.

Capuchinho, L. C. F. M. (2018). Efeito da concentração de soro e da adição de culturas na sinérese e pós-acidificação de bebida láctea fermentada. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais.

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*, 94, 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.

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.

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.

Gaur, V., Schalk, J., & Anema, S. G. (2018). Sedimentation in UHT milk. *International Dairy Journal*, 78, 92–102.

Goff, H. D., & Hartel, R. W. (2013). *Ice Cream* (7th ed.). <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6096-1>.

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.

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.

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*.

Kurt, A., & Atalar, İ. (2018) Effects of quince seed on the rheological, structural and sensory characteristics of ice Cream. *Food Hydrocolloids*, 82, 186-195.

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.

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.

Ohkubo, Y., Uchida, K., Motoshima, H., Katano, N. Microbiological safety of UHT milk treated at 120 °C for 2 s, as estimated from the distribution of high-heat-resistant *Bacillus cereus* in dairy environments. *International Dairy Journal*, 91, 36-40, 2019.

Oliveira Holanda, N. S., Rocha, É. M. D. F. F., da Silva, Á. G. F., Feitosa, B. F., de Oliveira, E. N. A., & de Holanda Neto, J. P. (2020). Effects of different sweeteners in the preparation of drinks composed of cashew (*Anacardium occidentale*) and whey. *Research, Society and Development*, 9(5), 88953121.

Oliveira, K. H., Souza, J. A. R., Monteiro, A. R. (2008). Caracterização reológica de sorvetes. *Ciências e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.28, 592-598.

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.

Pereira, G. N. O. (2019). Desenvolvimento e avaliação de bebida láctea não fermentada adicionada de concentrado protéico de soro de leite (WPC) e sucralose. Trabalho de Conclusão de Curso. Brasil.

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).

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.

Schlabitz, 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.

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.

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.

Sousa, R. A. de et al. (2017). Avaliação da composição físico-química e rotulagem de diferentes marcas de leite UHT integral.

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 xyloligoosaccharide in strawberry-flavored whey beverage. *Lwt*, 109, 118–122.

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.

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.

Vega, C., Goff, H. D. (2005). Phase separation in soft-serve ice cream mixes: rheology and microstructure. *International dairy journal*, v. 15, n. 3, p. 249-254.

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, 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.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Júlia Nascimento Vieira – 20%

Richard Marins da Silva – 16%

Lorrane Soares dos Santos – 16%

Yasmim de Lima Pereira – 16%

Lismaíra Gonçalves Caixeta Garcia – 16%

Priscila Alonso dos Santos – 16%