

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Laiz Queiroz Lanznaster

Uma revisão bibliográfica inovadora sobre sorvetes da categoria better-for-you (*melhor para você*)

Florianópolis

2022

Laiz Queiroz Lanznaster

**Uma revisão bibliográfica inovadora sobre sorvetes da categoria *better-for-you*
(*melhor para você*)**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de
Ciências Agrárias da Universidade Federal de
Santa Catarina como requisito para a obtenção do
título de Bacharel em Ciência de Alimentos
Orientador: Prof. Elane Schwinden Prudêncio,
Dr.

Florianópolis

2022

Laiz Queiroz Lanznaster

**Uma revisão bibliográfica inovadora sobre sorvetes da categoria *better-for-you*
(*melhor para você*)**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de
“Bacharel em Ciência de Alimentos” e aprovado em sua forma final pelo Curso de
Ciência e Tecnologia de Alimentos
Florianópolis, 12 de julho de 2022.

Profa. Ana Carolina de Oliveira Costa, Dra
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Profa. Elane Schwinden Prudêncio, Dra
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Vivian Maria Burin, Dra
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Isabela Maia Toaldo Fedrigo, Dra
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Catarina, aos professores e todos os colaboradores do curso Ciências e Tecnologia de Alimentos por contribuírem com meu aprendizado até esse momento de minha vida.

À minha orientadora Prof. Elane Schwinden Prudêncio, Dra. por ter me instruído em todas as etapas do trabalho a partir de seus conhecimentos e sabedoria, com muito acolhimento e disposição, sempre acreditando em mim o que me deixou mais confiante e motivada.

Ao chefe de expediente, Jonas Fedrigo, que sempre sanou quaisquer de minhas dúvidas em relação ao curso de Ciências e Tecnologia de Alimentos, sendo atencioso e amigo.

À técnica em assuntos educacionais, Ana Carla Bastos, que me auxiliou para vencer meus medos e inseguranças e realizar meu trabalho com calma e tranquilidade.

Aos meus familiares pelo apoio necessário de motivação e força para alcançar meus objetivos, entre eles, minha irmã, que sempre me deu alegria desde que nasceu, à minha mãe por sempre ser fraterna e minha amiga, ao meu padrasto por ter acolhido e amado minha família e ao meu pai pelos seus conhecimentos e apoio.

Ao meu cônjuge, por ter sido paciente e amigo e por todo o amor e incentivo em todos os momentos, sempre com palavras reconfortantes e sábias.

Aos colegas de classe e de vida, que me apoiaram no decorrer de todo curso, em especial à Roblessa que nessa última fase sempre me ouviu e respondeu todas as minhas mensagens de dúvidas e descontrações.

À Energia do Universo por me guiar e mostrar o caminho que devo estar em cada momento de minha vida, me auxiliando e acolhendo.

Por fim, a todos que de uma maneira ou de outra, me auxiliaram na elaboração desse trabalho ou ainda na minha jornada de vida e que me fazem formar ou ainda transformar na pessoa que sou a cada dia através do aprendizado e amor. Muito obrigada!

RESUMO

Alimentos com alegações de propriedades funcionais e de saúde devem demonstrar, de forma consistente, a associação entre o alimento ou seu constituinte e o efeito metabólico ou fisiológico benéfico à saúde do organismo humano conforme a Portaria nº 398, de 30 de abril de 1999. Os rótulos que obtiverem autorização para uso de alegações de propriedades funcionais e de saúde, devem apresentar o texto da alegação exatamente como aprovado no processo de avaliação, incluindo advertências e outras informações exigidas. Dentre estes alimentos, destaca-se uma nova categoria de sorvetes adotada pelas indústrias, classificada como *better-for-you (melhor para você)*. Os sorvetes, pertencentes a esta categoria, têm apresentado um grande crescimento de comercialização, com muitas empresas de sorvetes lançando como alternativas aos sorvetes tradicionais. Desta forma, este trabalho de revisão bibliográfica traz uma abordagem sobre os sorvetes tradicionais, assim como os sorvetes classificados na categoria *better-for-you (melhor para você)*. Como resultados obtidos, pode-se verificar que os principais sorvetes pertencentes a esta categoria seriam os enriquecidos com fibras, com proteínas bioativas e ômega-3, ou ainda, os que demonstram conter menos (*light*) ou zero açúcares e/ou gorduras, sendo estes os que têm apresentado maior interesse pela indústria e pelos consumidores. A partir dos resultados obtidos, pode-se ter o conhecimento dos sorvetes tradicionais em relação a sua definição, os componentes empregados na sua elaboração, os fatores que interferem na qualidade como viscosidade, taxa de derretimento, ponto de congelamento e qualidade microbiológica bem como as etapas de elaboração dos sorvetes em geral. Além disso, o conhecimento aprofundado sobre uma categoria inovadora para a classificação de sorvetes, que é a *better-for-you (melhor para você)*. Apesar de ser uma classificação recente, pode-se também notar que muito estudo continua sendo realizado no desenvolvimento destes tipos de sorvetes.

Palavras-chaves: Sorvete. Categoria *better-for-you*. Alimento funcional. Categoria *melhor para você*.

ABSTRACT

Foods with claims of functional and health properties must consistently demonstrate the association between the food or its constituent and the metabolic or physiological effect beneficial to the health of the human organism, according to Ordinance n° 398, of April 30, 1999. Labels that obtain authorization to use claims of functional and health properties must present the text of the claim exactly as approved in the evaluation process, including warnings and other required information. Among these foods, a new category of ice cream adopted by the industries stands out, classified as better-for-you. The ice creams, belonging to this category, have presented a great growth of commercialization, with many ice cream companies launching as alternatives to traditional ice creams. In this way, this bibliographic review work brings an approach to traditional ice creams, as well as ice creams classified in the better-for-you category. As results obtained, it can be verified that the main ice creams belonging to this category would be those enriched with fiber, with bioactive proteins and omega-3, or even those that show less (light) or zero sugars and/or fats, being these are the ones that have shown the greatest interest to the industry and consumers. From the results obtained, it is possible to have knowledge of traditional ice cream in relation to its definition, the components used in its elaboration, the factors that interfere in the quality such as viscosity, melting rate, freezing point and microbiological quality as well as the stages of making ice cream in general. In addition, in-depth knowledge of an innovative category for ice cream classification, which is better-for-you. Despite being a recent classification, it can also be noted that much study continues to be carried out in the development of these types of ice cream.

Keywords: Ice cream. Better-for-you category. Functional food. Better-for-you category.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Consumo de sorvetes no Brasil em milhões de litros por ano | 11 |
| Figura 2. Representação estrutural dos sorvetes | 12 |
| Figura 3. Fluxograma das etapas de elaboração de sorvetes | 22 |
| Figura 4. Esquema de pasteurização da calda na elaboração de sorvete em pasteurizador LTLT (<i>low temperature long time</i>) | 23 |
| Figura 5. Esquema de pasteurização da calda na elaboração de sorvete em pasteurizador HTST (<i>high temperature short time</i>) | 24 |
| Figura 6. Esquema de um trocador de calor de superfície raspada. | 24 |
| Figura 7. Principais sorvetes classificados na categoria <i>better-for-you</i> (<i>melhor para você</i>) | 27 |

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Componentes de substituição ou adição em sorvetes da categoria *better-for-you*. 46

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 7 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 9 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 10 |
| 3.1. O SORVETE | 10 |
| 3.1.1. Componentes empregados na elaboração de sorvetes | 12 |
| 3.1.2. A qualidade de sorvetes | 16 |
| 3.1.2.1. <i>A viscosidade</i> | 16 |
| 3.1.2.2. <i>A taxa de derretimento</i> | 18 |
| 3.1.2.3. <i>O ponto de congelamento</i> | 19 |
| 3.1.2.4. <i>A qualidade microbiológica</i> | 20 |
| 3.2. AS ETAPAS DA ELABORAÇÃO DE SORVETES | 21 |
| 3.3. SORVETES DA CATEGORIA <i>BETTER-FOR-YOU (Melhor para você)</i> | 26 |
| 3.3.1. Sorvetes <i>light</i> | 28 |
| 3.3.2. Sorvetes zero açúcar | 33 |
| 3.3.3. Sorvetes zero gordura | 34 |
| 3.3.4. Sorvetes enriquecidos com fibras | 37 |
| 3.3.5. Sorvetes enriquecidos com proteínas bioativas | 40 |
| 3.3.6. Sorvetes enriquecidos com ômega 3 | 41 |
| 4. CONCLUSÕES | 48 |
| REFERÊNCIAS | 49 |

1. INTRODUÇÃO

O sorvete é um derivado lácteo congelado popular com bom gosto e sensação na boca, amplamente consumido, em todas as faixas etárias em todo o mundo, devido às suas características de sabor, efeito refrescante e altas propriedades nutricionais (FERNANDINO *et al.*, 2021). Os sorvetes são definidos como produtos alimentícios congelados obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas (BRASIL, 2005). De acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, o Brasil encontra-se em décimo lugar em relação à produção de sorvete no mundo, já em relação à consumação mundial ocupa o 11º lugar.

O sorvete contém micronutrientes, ou seja, cálcio e vitaminas (E, D e A), bem como também é rico em macronutrientes, como gorduras, carboidratos e proteínas. Entretanto, o sorvete é pobre em fibras dietéticas e em antioxidantes naturais, sendo os seus teores de gordura e colesterol relativamente altos, desfavorecendo muitas vezes o seu consumo (SMITH, 2015 *apud* TALBOT, 2015). Entretanto, os ingredientes do sorvete, que são leite, açúcar, emulsificante e estabilizantes, entre outros, podem determinar a sua qualidade final, bem como também, o seu processo de produção pode afetar a sua qualidade final. Assim, pesquisas recentes têm se preocupado com alimentos saudáveis, inclusive sorvetes que apresentem alegações de propriedades funcionais. Neste contexto, vale ressaltar, que tanto a qualidade, quanto a variedade na fabricação de sorvetes, como os enriquecidos com fibras, proteínas bioativas e ômega-3, ou ainda os que demonstram conter menos (*light*) ou zero açúcares e/ou gorduras, têm apresentado interesse pela indústria e pelos consumidores (AKALIN *et al.*, 2017; ATALLAH *et al.*, 2022; DEOSARKAR *et al.*, 2016; DUARTE *et al.*, 2021; GOWDA *et al.*, 2018; JAVIDI; RAZAVI, 2018; PINTO; DHARAIYA, 2014; POURSANI *et al.*, 2020; SHAVIKLO; SEYED-BEJAD; MAHDAVI, 2018; SILANTJEVA; ZAGORSKA; GALOBURDA, 2022; ULLAH; NADEEM; IMRAN, 2017).

Alimentos com alegações de propriedades funcionais são aqueles que contêm componentes que podem afetar positivamente as condições de saúde dos consumidores. O sorvete tem um grande potencial para ser desenvolvido como alimento funcional devido a alta procura de consumo (ABIS, 2021; SMITH, 2015 *apud* TALBOT, 2015).

Baseado nesta explanação, tem-se os sorvetes da categoria *better-for-you* (*melhor para você*) que vêm ganhando destaque no mercado americano e mundial, assim

englobando sorvetes *light*, zero açúcar, zero gordura, adicionados de fibras, adicionados de compostos bioativos e adicionados de ômega-3 (SILVA *et al.*, 2014; SIPPLE *et al.*, 2022). Sipple *et al.* (2022) classificaram sorvetes *better-for-you* (*melhor para você*) como sendo um produto que apresente alegações relacionadas ao uso de ingredientes naturais, que contenha uma lista curta de ingredientes, que contenha ingredientes que possam melhorar as suas propriedades nutritivas e, que possa apresentar características de saúde e bem-estar aos consumidores.

Com a realização deste trabalho de revisão bibliográfica, espera-se conhecer os elementos e processos básicos na realização de sorvetes bem como a classificação dos sorvetes inovadores pertencentes a categoria *better-for-you* (*melhor para você*).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho de conclusão de curso trata de uma revisão da literatura, baseada nas seguintes etapas:

- (1) localização e seleção dos estudos;
- (2) avaliação crítica dos estudos já publicados;
- (3) coleta de dados;
- (4) análise dos dados;
- (5) síntese e apresentação dos dados; e
- (6) redação do trabalho de conclusão de curso.

A seleção dos documentos foi realizada de forma constante entre os meses de janeiro de 2022 a junho de 2022. Os critérios de busca foram relacionados a artigos em português e inglês sem delimitação de data. Foram considerados apenas estudos originais completos. Os dados compilados neste trabalho de conclusão de curso foram obtidos das principais bases de dados internacionais, como por exemplo, *Scielo*, *ScienceDirect* e *Wiley*, a fim de pesquisar o tema proposto no projeto. Além disso, foram realizadas pesquisas em livros, e-books, trabalhos de conclusão de curso, legislações, entre outros, todos disponibilizados em sites, base de dados, bem como da Biblioteca Universitária da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Para este trabalho foram utilizadas palavras-chaves com base na classificação dada por da Silva *et al.* (2014) como sorvete, *better-for-you*, sorvetes *light*, sorvetes zero açúcar, sorvetes zero gordura, sorvetes adicionados de fibras, sorvetes adicionados de compostos bioativos, sorvetes adicionados de proteínas bioativas e sorvetes adicionados de ômega-3. Com os materiais obtidos e selecionados realizou-se a revisão bibliográfica sobre o tema proposto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. O SORVETE

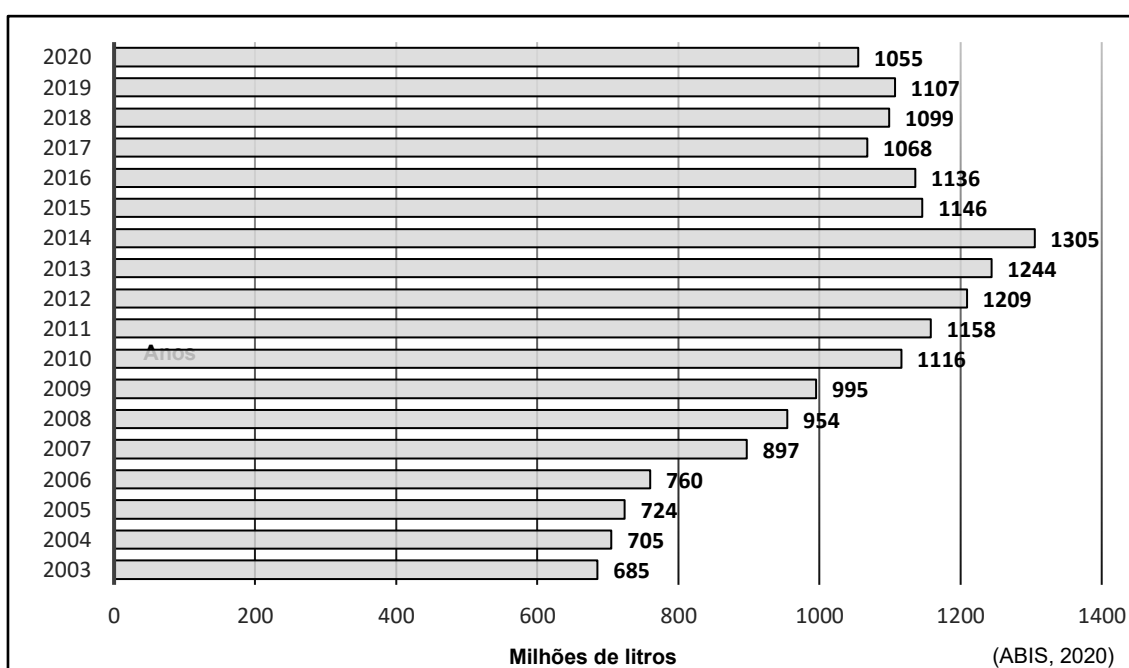
O sorvete é um produto lácteo elaborado a partir do congelamento da mistura do sorvete sob agitação. Originário da Europa e mais tarde introduzido nos Estados Unidos, deu início na indústria e, em 1941, chegou ao Brasil na forma sólida, congelada e aerada (DEOSARKAR *et al.*, 2016; ESTUMANO; MELO, 2022). Os sorvetes pertencem à categoria de gelados comestíveis, os quais são definidos como produtos alimentícios obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas submetidas ao congelamento, de acordo com a resolução RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005). A adição de outros ingredientes e substâncias é possível desde que o produto não seja descaracterizado, mas, basicamente, os sorvetes são produtos lácteos constituídos de 10% a 17% de gordura do leite; 8% a 12% de extrato seco desengordurado (lactose, proteínas e sais minerais); 13% a 17% de açúcares; 0,2% a 0,5% de estabilizantes; emulsificantes; e a água, como componente principal (BRASIL, 2005). Em caso de aditivos, consta na resolução RDC nº 3, de 15 de janeiro de 2007 os aditivos permitidos e seus respectivos limites máximos para que os gelados comestíveis possam ser comercializados (BRASIL, 2007).

Os sorvetes são compostos majoritariamente por matérias-primas alimentícias comuns e podem ser divididos em ingredientes básicos e opcionais. Os ingredientes básicos são: água, leite, soro de leite, gorduras de origem animal e vegetal, açúcar e proteínas vegetais, já os ingredientes opcionais são diversos como cacau, frutas, café, leite de coco, ovos e iogurte. Também há a possibilidade do uso de indulgentes, através da inclusão de ingredientes para agregar valor e sabor ao sorvete, que são formados por produtos alimentícios como bolos, confeitos, marshmallow, doce de leite, biscoitos, entre outros produtos (REGO; VIALTA; MADI, 2021).

O sorvete é considerado um alimento de alto valor do ponto de vista nutricional, pois através dos seus ingredientes fornece substâncias importantes para o organismo humano. Possui em sua composição proteínas, gorduras e açúcares. Além disso, também é rico em vitaminas A, B1, B2, B6, C, D, E e K, além de cálcio, fósforo e outros minerais (ARBUCKLE, 1977 *apud* SOUZA *et al.*, 2010).

Em relação à produção, mais de 10 mil empresas fazem parte do setor de sorvetes no Brasil, representando 6,2% da indústria de alimentos, fornecendo um faturamento maior que R\$ 13 bilhões por ano, segundo a Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes (ABIS). Em 2020, o consumo do brasileiro foi de 1.050.000 de litros (Figura 1), já o consumo per capita foi de 4,98 litros, porém apesar do número expressivo, o consumo é baixo comparando à países nórdicos como os Estados Unidos, que aponta um consumo per capita de 20,8 litros. Em relação ao consumo por regiões no Brasil, a região Sudeste apresenta o maior consumo do país com 52% das vendas, seguido da região Nordeste (19%), Sul (15%), Centro-Oeste (9%) e Norte (5%) (ABIS, 2020).

Figura 1. Consumo de sorvetes no Brasil em milhões de litros por ano.



Fonte: ABIS (2020), com modificações.

De acordo com a ABIS, os sorvetes de base láctea representam de 20% a 30% do volume no consumo, totalizando em 200 mil toneladas por ano (ABIS, 2021). O consumo de sorvetes alcançou seu ápice no ano de 2014, porém apresentou uma leve queda nos anos subsequentes. O consumo de sorvetes no Brasil teve alta na produção de 685 milhões de litros para 1,244 bilhões de litros de 2003 a 2013, o que mostra um crescimento maior que 80%, além de que no ano de 2014 o consumo chegou a quase 3 kg de sorvete por pessoa (CONSUMO, 2015).

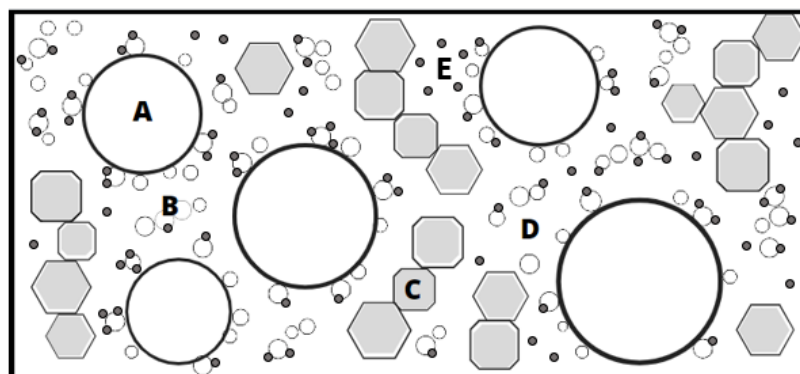
3.1.1. Componentes empregados na elaboração de sorvetes

O sorvete representa um produto bastante complexo devido aos diferentes estados dos ingredientes contidos na sua composição. Desta forma, a classificação dos sorvetes se dá de acordo com o teor de gordura do leite, sólidos não gordurosos do leite, açúcares, estabilizantes, emulsificantes e sólidos totais, que são os componentes básicos e tradicionais de sorvetes (MUNK; RODRIGUES, 1997).

Em relação a estrutura dos sorvetes, algumas substâncias estão em solução juntamente com a água (os sais minerais e os açúcares, como glicose, açúcares do leite e das frutas); outras em suspensões coloidais (caseínas, estabilizantes e alguns fosfatos de cálcio e magnésio); e os glóbulos de gordura em emulsão, onde encontram-se parcialmente desestabilizados (SOUZA *et al.*, 2010; SYED *et al.*, 2018). Também se encontram nos sorvetes bolhas de ar aprisionadas pelos cristais de gelo dispersos na fase aquosa, e uma solução aquosa concentrada não congelada (Figura 2) (GOFF; HARTEL, 2013; PEREIRA, 2014). Os glóbulos de gordura encontram-se parcialmente cristalinos e as micelas de caseína como partículas em solução (GOFF, 2018).

Os sólidos não gordurosos do leite são formados pela lactose, proteínas do soro, caseínas, minerais, vitaminas e ácidos do leite ou produtos lácteos adicionados os quais influenciam no sabor e na viscosidade e diminuem o ponto de congelamento (POURSANI *et al.*, 2020). Já os sólidos totais correspondem os componentes não aquosos do sorvete, o que justifica quanto maior o conteúdo de sólidos totais mais firme é a textura (GUIMARÃES, 2020 *apud* MARINS *et al.*, 2021).

Figura 2. Representação estrutural dos sorvetes



A- Bolhas de ar, B- Gotículas de gordura, C- Cristais de gelo, D – Fase concentrada (matriz) e
E- Proteínas do leite

Fonte: TRGO (2003) adaptado pela autora.

A qualidade dos sorvetes é influenciada diretamente pelos diferentes ingredientes utilizados na formulação da calda, tal como o balanceamento correto dos componentes utilizados na sua elaboração (PEREIRA, 2014; SOUZA *et al.*, 2010). Logo, a composição química do sorvete determina parâmetros estruturais e sensoriais importantes, como firmeza, resistência ao derretimento e textura para a obtenção de um produto de qualidade (GRANGER *et al.*, 2005). Além disso, determina-se a qualidade do sorvete através do tamanho e distribuição estrutural dos glóbulos de gordura não emulsificados presentes, bolhas de ar, cristais de gelo e porções não congeladas que ocorrem durante a mistura de sorvete (KOKUBO *et al.*, 1998 *apud* SOUZA *et al.*, 2010).

O maior componente na elaboração dos sorvetes é a água. A água é utilizada nos sorvetes a base de água ou para a reconstituição de leite em pó. A água é o único componente que congela na mistura do sorvete, por isso está diretamente relacionada ao poder de congelamento, onde solubiliza os componentes solúveis em água, formando a fase concentrada que evita a solidificação completa do sorvete (REGO; VIALTA; MADI, 2021; SOUZA *et al.*, 2010). Quando a água presente na emulsão estabilizada congela dá origem aos cristais de gelo onde a quantidade e o tamanho desses cristais é proporcional a capacidade das proteínas, provenientes do leite, de reter água (SMITH, 2015; SOUZA *et al.*, 2010). A água também representa 88% do leite *in natura*, onde este é outro ingrediente importante que caracteriza os sorvetes tradicionais, ou seja, o leite de vaca (REGO; VIALTA; MADI, 2021). O leite deve ser pasteurizado, UHT ou em pó, podendo ser integral, semidesnatado ou desnatado dependendo do teor de gordura.

Outro componente dos sorvetes são as proteínas lácteas, definidas como moléculas anfífilas que têm como função principal estabilizar as emulsões formadas na elaboração dos sorvetes através da sua adsorção aos glóbulos de gordura durante a fase de homogeneização. As caseínas são fosfoproteínas que representam 80% das proteínas do leite bovino e são as proteínas que mais contribuem na efetividade da formação de uma emulsão estável (DA SILVA JUNIOR, 2008; GOFF, 2016, 2018; PEREDA *et al.*, 2005; VLIET; WALSTRA, 2019).

As proteínas também auxiliam na formação e estabilização das bolhas de ar (GOFF, 2016, 2018). As formações das bolhas de ar iniciais se dão pelas propriedades estruturais das proteínas presentes na mistura de sorvete, pois sua membrana é composta por proteína e glóbulos de gordura parcialmente coalescidos (GOFF, 2018; GOFF; HARTEL, 2013). As proteínas apresentam alta capacidade de retenção de água, por isso

contribuem na diminuição do teor de água do produto. Isso ocorre devido a ligações de hidrogênio, ligações dipolo-dipolo e cadeias laterais dos aminoácidos (PEREDA *et al.*, 2005). Por outro lado, a interação proteína-proteína e/ou interação proteína-polissacarídeo presentes nos sorvetes possibilita a formação de rede na fase descongelada concentrada por congelamento no descongelamento (GOFF, 2018). Os glóbulos de gordura proveniente do leite empregado na elaboração de sorvetes são revestidos com uma camada emulsificante de proteína, sendo parcialmente cristalinas em temperaturas refrigeradas (GOFF, 1997; SMITH, 2015).

Os glóbulos de gordura são estruturalmente grandes e possuem uma camada superficial com baixa tensão interfacial que por meio de uma agitação vigorosa formam grandes aglomerados que não conseguem estabilizar as bolhas de ar presentes, sendo necessário a etapa de homogeneização, bem como adição de emulsificantes para diminuição da energia necessária (VLIET; WALSTRA, 2019). Nesta etapa, os glóbulos de gordura tornam-se presentes na fase concentrada do sorvete o que contribui para estabilizar as bolhas de ar contra a coalescência, desempenhando um papel fundamental na estrutura dos sorvetes (GOFF; VERESPEJ; SMITH, 1999). Os glóbulos de gordura também fornecem certa resistência ao derretimento quando o produto é consumido, resultando em firmeza após o derretimento dos cristais de gelo na boca (VLIET; WALSTRA, 2019). Isso garante estabilidade contra a maturação de Ostwald, que é um tipo de instabilidade da espuma, após a formação desta há o espaçamento na distribuição do tamanho das bolhas (VLIET; WALSTRA, 2019). As bolhas de ar são formadas geralmente durante o congelamento através da incorporação de ar, o qual aumenta o volume do sorvete em até 50%, ou ainda no processo de batimento (SMITH, 2015). Assim, ar e gelo compõem mais de 80% do volume do sorvete (BORSZCZ, 2002).

Durante a elaboração de sorvetes, o congelamento é uma condição extrema para que ocorra e favoreça a coalescência, sendo que a coalescência parcial ocorre, pois, a gordura em emulsão de óleo e água é parcialmente cristalizada. Como tal fato ocorrerá, irá depender de fatores, como a taxa de cisalhamento, fração volumétrica das partículas que se encontram dispersas, proporção de gordura, diâmetros dessas gotículas, carga superficial proteica e concentração de emulsificantes (VLIET; WALSTRA, 2019).

Na superfície dos glóbulos de gordura há uma adsorção competitiva entre micelas de caseína, β -caseína, proteínas do soro de leite parcialmente desnaturadas e emulsificantes (GOFF, 2018). A gordura do leite tem em sua estrutura triglicerídeos com

uma faixa de fusão de 40°C a - 40°C, logo, em temperaturas de refrigeração terá uma combinação de gordura líquida e cristalina dentro do glóbulo. Esta relação é importante já que a gordura cristalina é necessária para a coalescência parcial e formação da estrutura do sorvete (GOFF, 2016). Desta forma, além da gordura do leite, outras gorduras comestíveis de fontes de gordura não lácteas podem ser adicionadas na elaboração dos sorvetes, a fim de fornecer o teor de gordura sólida adequada e contribuir para o teor de 6% a 10% de gordura total, já que os leites fornecem de 0,5% a 3% de gordura dependendo do teor de gordura (BRASIL, 2018; ESTUMANO; MELO, 2022; GOFF, 2016; GOFF; HARTEL, 2013).

A sacarose adicionada na elaboração de sorvetes pode ser utilizada na forma sólida ou líquida. Este açúcar possui a função de adoçar, controlar a formação dos cristais de gelo, aumentar a viscosidade e ainda conservar o produto (DA SILVA JUNIOR, 2008; REGO; VIALTA; MADI, 2021). A textura lisa característica dos sorvetes de qualidade se dá pela cristalização dos açúcares devido a precipitação desse componente (DA SILVA JUNIOR, 2008). Entretanto, para evitar a rápida desestabilização das emulsões formadas, utiliza-se os emulsificantes na elaboração de sorvetes (PEREDA *et al.*, 2005). Os emulsificantes mais utilizados na fabricação de sorvete são os monoglicerídeos e os diglicerídeos, mas também os ésteres de sorbitano. A mistura dos emulsificantes é bastante comum, pois os monoglicerídeos e diglicerídeos podem ser mais eficientes fazendo com que haja uma menor distribuição de bolhas de ar (GOFF; HARTEL, 2013).

Os emulsificantes possuem o papel tradicional de afetar algumas propriedades das proteínas do leite para que a gordura do leite fique mais propensa a interações gordura-gordura, já que necessita sofrer uma coalescência parcial. Também os emulsificantes garantem que as proteínas ativas na superfície estejam disponíveis para aeração, já que a grande maioria se associa à interface de gordura. Os emulsificantes interagem com as proteínas durante a maturação o que reduz a quantidade de proteína adsorvida e produz uma emulsão de gordura com a capacidade de coalescer parcialmente o sorvete fornecendo uma estrutura de gordura desejável (GOFF, 2018).

Além dos emulsificantes, grande parte dos fabricantes de sorvetes usam misturas de estabilizantes e emulsificantes (PEREDA *et al.*, 2005). Os mais utilizados pela indústria são as gomas guar e alfarroba, gomas de celulose (hidrocolóides primários), carragena (hidrocolóides secundários), mono e diglicerídeos, além do polissorbato 80 (GOFF; HARTEL, 2013). Estes estabilizantes apresentam como características serem

hidrofílicos, afetando na desestabilização da gordura, em menor grau em comparação do que os emulsificantes (GOFF; SPAGNUOLO, 2001 *apud* TRGO, 2003).

3.1.2. A qualidade de sorvetes

A qualidade dos sorvetes pode ser influenciada por diversos fatores, porém tratando-se dos principais que contribuem para qualidade dos sorvetes da categoria *better-for-you* pode-se citar a viscosidade, a taxa de derretimento, o ponto de congelamento e a qualidade microbiológica, uma vez que deve ser levado em consideração os componentes adicionados para formulação dos sorvetes dessa categoria.

O consumo do sorvete está diretamente relacionado à qualidade oferecida dos produtos desse setor, por isso as indústrias zelam em manter um padrão de qualidade de seus produtos. Os parâmetros como custo, sabor, corpo, textura, cor e palatabilidade são considerados importantes entre consumidores para a avaliação de qualidade (ARBUCKLE, 1977 *apud* SOUZA *et al.*, 2010). Com base nisso, é possível atingir um produto de qualidade a partir da análise estrutural do sorvete, que depende de fatores como: os ingredientes utilizados, as possíveis variações no padrão microbiológico e as condições e/ou métodos que foram utilizados em sua elaboração (KAMBAMANOLIDIMOU, 2014).

Os componentes que formam o sorvete são de extrema importância na formulação e conseqüentemente na qualidade dos sorvetes. Por isso, a seleção dos ingredientes deve ser feita de forma cuidadosa, bem como a quantidade de cada ingrediente. A quantidade de gordura pode influenciar nas características do sorvete como viscosidade, cristalização e derretimento, textura e sabor (ESTUMANO; MELO, 2022; KOEFERLI; PICCINALI; SIGRIST, 1996). Um teor de gordura abaixo do recomendado não fornece cremosidade ao produto bem como o alto teor limita o consumo, aumenta o preço e o valor calórico (DEOSARKAR *et al.*, 2016).

3.1.2.1. A viscosidade

A viscosidade é definida como o atrito interno que tende a resistir ao deslizamento de um fluido diante de outro, ou seja, é a resistência de um líquido ao

escoamento. Matematicamente é definido como a tensão de cisalhamento (força/área em N/m² ou Pa) dividido pela taxa de cisalhamento, que é a velocidade resultante no líquido pelo resultado da tensão de cisalhamento aplicada, em s⁻¹ (GOFF; HARTEL, 2013).

A viscosidade é um fator importante para a aeração e retenção de ar na elaboração de sorvetes, pois está ligado a suavidade na textura e no corpo (INNOCENTE *et al.*, 2002 *apud* TEMIZ; YEŞILSU, 2010; MARSHALL; GOFF; HARTEL, 2003 *apud* SOUZA *et al.*, 2010). Contudo, a viscosidade da mistura é afetada pela composição do sorvete, processamento e manuseio da mistura e a temperatura empregada (GOFF; HARTEL, 2013).

A mistura de sorvete, também chamada de calda, deve ser propriamente balanceada tanto na sua composição como concentração para atingir a viscosidade desejada (RUGER; BAER; KASPERSON, 2002 *apud* SOUZA *et al.*, 2010). Logo, o aumento na concentração de certos componentes como estabilizante, proteína, sólidos de xarope de milho e gordura e sólidos totais, aumenta consequentemente a viscosidade, nessa ordem crescente (GOFF; HARTEL, 2013).

Através do aumento da viscosidade será possível manter a qualidade do produto devido à capacidade de retenção das proteínas presentes, o qual confere um corpo desejado, desacelera o derretimento do sorvete e ainda contribui para a reduzir ou retardar o crescimento de cristais de gelo durante o armazenamento (DEOSAKAR *et al.*, 2016).

Os hidrocoloides, também conhecidos como gomas são comumente utilizados em formulações de sorvetes como estabilizantes com a função de melhorar as propriedades reológicas do sorvete através de modificação química ou enzimática (FREITAS; ALVEZ; REIS, 2011; PATEL; PRAJAPAT, 2013 *apud* FEIZI; GOH; MUTUKUMIRA, 2021). Destas modificações, está incluído o aumento da viscosidade pela forte ligação dos estabilizantes com a água, diminuindo a mobilidade molecular, onde não possuem efeito no ponto de congelamento (AKALIN *et al.*, 2017; DEOSARKAR *et al.*, 2016; TRGO, 2003).

A interação de água com as proteínas do leite também contribui na viscosidade dos sorvetes, já que por meio dessa interação ocorre a hidratação da molécula (FLORES; GOFF, 1999; REGAND; GOFF, 2002 *apud* GOFF, 2018). A propriedade de retenção de água da proteína conduz à uma melhor viscosidade da mistura, o qual oferece melhoria na textura, aumenta o tempo de fusão e contribui na redução dos cristais de gelo em sorvetes (GOFF; HARTEL, 2013; KINSELLA, 1984 *apud* SOUZA *et al.*, 2010).

Sorvetes do tipo ‘Premium’ geralmente possuem uma viscosidade mais elevada já que possuem uma maior quantidade de moléculas de gordura quando compara aos sorvetes tradicionais. As características dos ácidos graxos que compõe a gordura também influenciam na viscosidade, o qual aumenta quando cresce o comprimento da cadeia dos ácidos graxos e diminui quando aumenta o grau de saturação (PEREDA *et al.*, 2005). Em relação a composição da gordura do leite, predomina-se o ácido linoleico, ácido graxo de cadeia longa (REGO; VIALTA; MADI, 2021).

Os polissacarídeos em sua maioria possuem uma cadeia razoavelmente rígida por isso vários grupos laterais volumosos podem estar presentes em sua estrutura, produzindo soluções mais viscosas (VLIET; WALSTRA, 2019). Logo, os polissacarídeos são adicionados na elaboração de sorvetes com o intuito de aumentar a viscosidade da solução e auxiliar no comportamento de formação dos cristais de gelo (GOFF, 2018). Já os estabilizantes, por ter uma forte ligação com a água consegue aumentar a viscosidade da fase externa além de favorecer a resistência ao derretimento melhorando a estabilidade da estrutura da espuma (TRGO, 2003).

Fatores como altas temperaturas de pasteurização, aumento nas pressões na fase de homogeneização e o tempo da maturação são efeitos que aumentam a viscosidade da mistura, bem como a temperatura de todos os fluidos, como que a diminuição de temperatura durante o armazenamento resulta em um aumento da viscosidade. Também, a presença de sais como cálcio, sódio, citratos e fosfatos podem afetar a viscosidade pelo efeito sobre a caseína e proteínas do soro do leite (GOFF; HARTEL, 2013).

3.1.2.2. *A taxa de derretimento*

A taxa de derretimento é um fator difícil de ser relacionado à uma única propriedade, assim com a aeração e o congelamento, pois é a interação dos ingredientes que irá indicar essa taxa, logo os glóbulos de gordura coalescidos, fase aerada estabilizada e a matriz proteicas (MILLIATTI, 2013). A taxa de derretimento dos sorvetes é afetada por fatores como a quantidade de ar incorporada, natureza dos cristais de gelo e a rede de glóbulos de gordura formados durante o congelamento. A distribuição do tamanho das células de ar também afeta essa propriedade (HARTEL, 2004; HARTEL *et al.*, 2003 *apud* MUSE; HARTEL, 2004).

Sorvetes que contêm elevada quantidade de gordura ou ar em sua estrutura tendem a derreter mais lentamente, já que menor será a quantidade de água e conseqüentemente aumentará a resistência à fusão do produto (CARLOS *et al.*, 2019 *apud* RAMOS *et al.*, 2021; VIEIRA *et al.*, 2020). Além disso, a gordura estabiliza a estrutura do sorvete enquanto as células de ar agem como um isolante, porém a maior causa do derretimento rápido é o baixo ponto de congelamento. Já as proteínas que permanecem na fase aquosa possuem capacidade de absorção da água o que resulta no aumento da viscosidade melhorando o corpo, aumentando o tempo de derretimento e contribui para diminuir a sensação dos cristais de gelo (MILLIATTI, 2013).

Resumindo, a interação das diversas estruturas dos ingredientes que formam os sorvetes, como a matriz proteica, glóbulos de gordura coalescidos e a fase aerada estabilizada interferem na taxa de derretimento do sorvete (MUSE; HARTEL, 2004 *apud* MILLIATTI, 2013). Fatores como capacidade de calor, condutividade térmica, formulação e microestrutura influenciam nessa medida (VIEIRA *et al.*, 2020).

Os emulsificantes auxiliam na formação apropriada das estruturas de gordura e asseguram a distribuição de ar necessária para garantir um derretimento apropriado, derretimento mais lento e uniforme. A goma locusta e a goma guar, por exemplo, possuem cadeias longas que além de aumentarem a viscosidade das soluções permite a formação de géis fracos em temperaturas menores que zero (MUSE; HARTEL, 2004 *apud* MILLIATTI, 2013).

Através do estudo realizado por Musa e Hartel (2004), fatores como a desestabilização da gordura, tamanho do cristal de gelo e o coeficiente de consistência da mistura, afetaram a taxa de derretimento de sorvetes. Gorduras de menores tamanhos provenientes da etapa de homogeneização de sorvetes são mais estáveis, ou seja, resultando na maior adsorção de proteína na área de superfície sendo necessário a adição de mais emulsificantes para aumentar a desestabilização da gordura (GOFF, 2013).

3.1.2.3. O ponto de congelamento

O ponto de congelamento de um alimento é caracterizado quando a temperatura no qual um pequeno cristal de gelo formado coexiste em equilíbrio com a fase líquida (PEREDA *et al.*, 2005). Além disso, é uma propriedade de coligação influenciada pelo peso molecular do soluto, logo é o açúcar que controla o ponto de congelamento nas

misturas de sorvetes tradicionais, já que é o componente que se encontra em maior concentração (BAER; KRISHNASWAMY; KASPERSON, 1999; CARLOS *et al.*, 2019).

Logo, a capacidade do açúcar de reduzir o ponto de congelamento influencia significativamente na dureza ou ainda macies de sobremesas congeladas (PINTO; DHARAIYA, 2014). O ponto de congelamento é maior à medida que decresça o peso molecular dos materiais dissolvidos, isso porque a presença de solutos na água faz com que os íons e moléculas interfiram na formação de cristais de gelo. Além disso, quando a água congela, ela deixa de agir como solvente deixando as partículas de soluto excluídas dos cristais de gelo fazendo com que o aumento dessas partículas no meio reduza o ponto de congelamento (THARP, 2022).

Tanto o ponto de congelamento como a taxa de derretimento diminuem à medida que a concentração de substâncias solúveis em água aumenta. As quantidades e o tipo de ingrediente devem ser escolhidos cuidadosamente pois afetam o ponto de congelamento da mistura (PINTO; DHARAIYA, 2014).

3.1.2.4. *A qualidade microbiológica*

O sorvete para manter suas propriedades estruturais necessita ser armazenado a baixas temperaturas que, apesar de reduzirem a velocidade das reações químicas e enzimáticas, não destroem totalmente os microrganismos presentes. Se toxinas forem produzidas antes do congelamento, elas continuarão no alimento (PEREDA *et al.*, 2005). Assim, na elaboração de sorvetes deve-se ter um cuidado maior com a contaminação pelo manuseio de seus ingredientes, principalmente aos adicionados após a pasteurização, como saborizantes e corantes. Por isso há a necessidade de se utilizar ingredientes aromatizantes de qualidade e manter a mistura em baixas temperaturas após a pasteurização. Além disso, para evitar contaminações é necessário a separação física completa de produtos brutos e processados para que não haja contaminação cruzada, equipamentos que podem ser limpos facilmente, funcionários bem treinados e um ambiente com condições higiênico-sanitário satisfatórias (GOFF; HARTEL, 2013).

Os fornecedores de indústria de sorvetes devem ser qualificados, fornecendo uma matéria-prima que obedeceu às boas práticas de fabricação (BPF), já que a presença de microrganismos pode acarretar uma baixa qualidade do produto e até ser prejudicial à

saúde do consumidor. Ao início do processo para elaboração dos sorvetes, a pasteurização é essencial para redução de certos microrganismos bem como para a destruição dos patogênicos e dar segura continuidade no processamento do produto (ESTUMANO; MELO, 2022; KAMBAMANOLI-DIMOU, 2014).

Os microrganismos principais presentes nos produtos lácteos como leite líquido, creme de leite, leite desnatado e leite desnatado concentrado, são bacilos formadores de esporos, *Micrococcus*, microrganismos psicrotróficos e termodúricos, que podem deteriorar a mistura (KAMBAMANOLI-DIMOU, 2014).

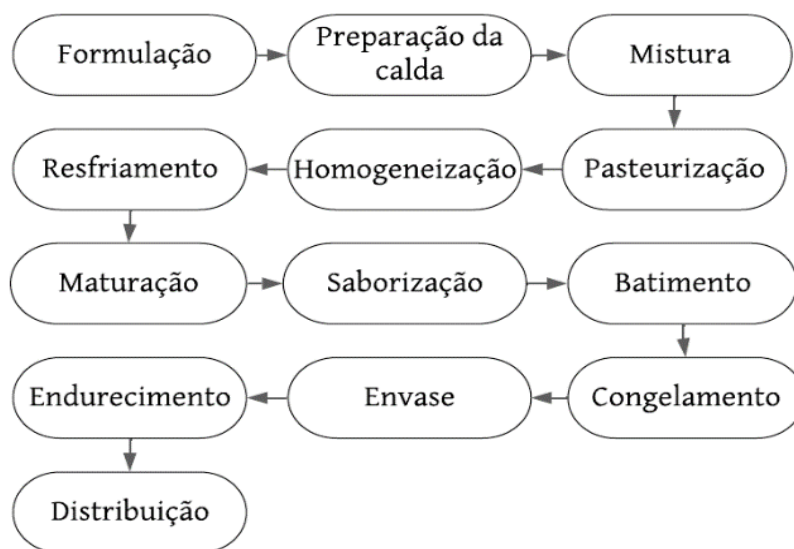
Os estabilizantes são geralmente produzidos por métodos que aplicam temperaturas elevadas e por isso não são caracterizados como uma fonte para o crescimento bacteriano desde que embalados de maneira correta. Já os emulsificantes também não apresentam grandes problemas, com exceção dos ovos, se utilizados, devem ser pasteurizados para evitar contaminação por *Salmonella* (KAMBAMANOLI-DIMOU, 2014).

Qualquer matéria-prima possui um potencial perigo, por isso é ideal que seja feito testes microbiológicos apropriados na coleta, além de fornecedores confiáveis (KAMBAMANOLI-DIMOU, 2014). No sorvete podem ser encontrados bactérias mesófilas, coliformes e *Pseudomonas sp.*, leveduras e bolores (KAMBAMANOLI-DIMOU, 2014). A Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019 regulamenta que as principais análises microbiológicas que devem ser realizadas em sorvetes são *Salmonella*, *Estafilococos* coagulase positiva e *Enterobacteriaceae*. Esta instrução normativa ainda estabelece que deva haver cuidados em todas as etapas de elaboração dos sorvetes (BRASIL, 2019).

3.2. AS ETAPAS DA ELABORAÇÃO DE SORVETES

Na Figura 3 têm-se descritas as principais etapas de elaboração de sorvetes.

Figura 3. Fluxograma das etapas de elaboração de sorvetes



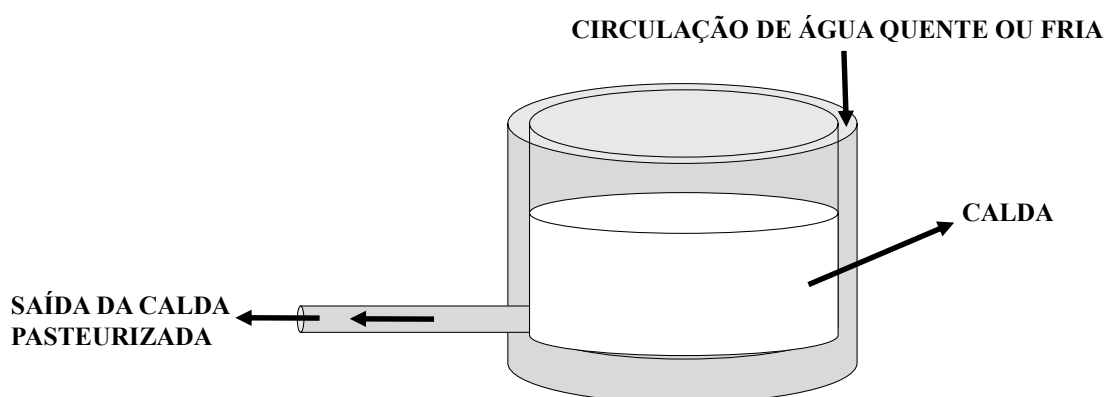
Fonte: ESTUMANO; MELO (2022), com adaptações.

O processo para a elaboração de sorvetes se inicia com a separação e pesagem das matérias primas, ingredientes e aditivos que irão compor a formulação do sorvete, como por exemplo, gordura do leite, sólidos não gordurosos do leite, açúcares ou edulcorantes, estabilizantes, emulsificantes, leite, entre outros. Com estes ingredientes é preparada uma calda que resultada na mistura dos mesmos (ESTUMANO; MELO, 2022; GOFF; HARTEL, 2013). Cada matéria-prima possui características diferentes quanto ao tamanho de suas partículas, temperatura de derretimento e grau de solubilidade, sendo assim é recomendável uma ordem da adição dos ingredientes para que tenha uma melhor qualidade, começando pelos ingredientes lácteos adicionados ao tanque de mistura antes de atingir 40°C, em seguida os açúcares e gorduras em agitação para desfazer possíveis aglomeração dos ingredientes sólidos e uniformizar a mistura, enquanto os estabilizantes devem ser previamente misturados com parte do açúcar. Esta mistura é feita de forma lenta a fim de garantir a dispersão total e hidratação de todos os componentes (MILLIATTI, 2013). Também é verificado que os ingredientes líquidos e os sólidos devem ser misturados separadamente, sendo que na sequência os sólidos são misturados lentamente aos componentes líquidos (MUNK; RODRIGUES, 1997).

Na sequência é realizado o tratamento térmico de pasteurização através de uma combinação de temperatura/tempo, a fim de eliminar possíveis microrganismos patogênicos. A pasteurização a ser empregada na calda pode ser lenta (LTLT – *low*

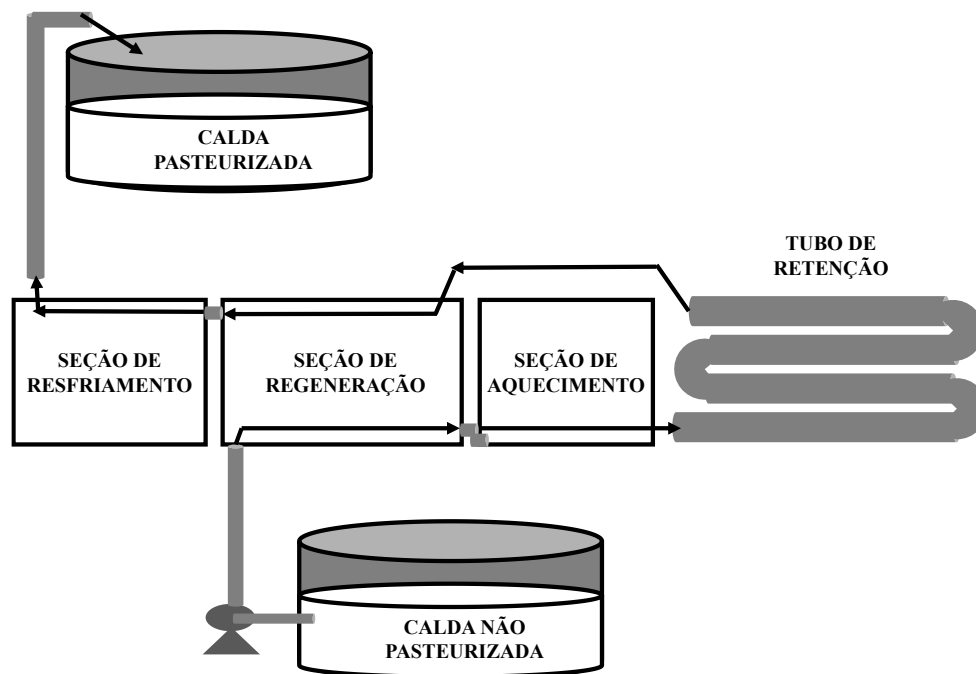
temperature long time) de 68 a 72°C por 30 minutos ou rápida (HTST – *high temperature short time*) de 80°C por 20 a 25 segundos (MUNK; RODRIGUES, 1997; VLIET; WALSTRA, 2019). A pasteurização LTLT é realizada em tanque encamisado ou tanque de camisa dupla (Figura 4), enquanto a pasteurização HTST é realizada em trocador de calor de placas (Figura 5), sendo a calda pasteurizada direcionada à um trocador de calor de superfície raspada para a obtenção do sorvete. Entretanto, ambos pasteurizadores podem ser substituídos diretamente pelo trocador de calor de superfície raspada, que além de realizar a pasteurização da calda já a transforma na massa de sorvete (Figura 6). No caso do trocador de calor de superfície raspada, há a agitação vigorosa e resfriamento rápido não podendo exceder o tempo de 2 horas para atingir a temperatura de 4°C (ESTUMANO; MELO, 2022; VLIET; WALSTRA, 2019). Assim, a emulsão deve ser estável para que possa suportar à ação mecânica no processo de mistura, mas ao mesmo tempo deve sofrer coalescência parcial suficiente para formar textura desejada quando congelada, após isso, a emulsão da mistura é espumada, criando uma fase dispersa de bolhas de ar e quando congelada dá origem a fase dispersa de cristais de gelo (GOFF, 2018).

Figura 4. Esquema de pasteurização da calda na elaboração de sorvete em pasteurizador LTLT (*low temperature long time*).



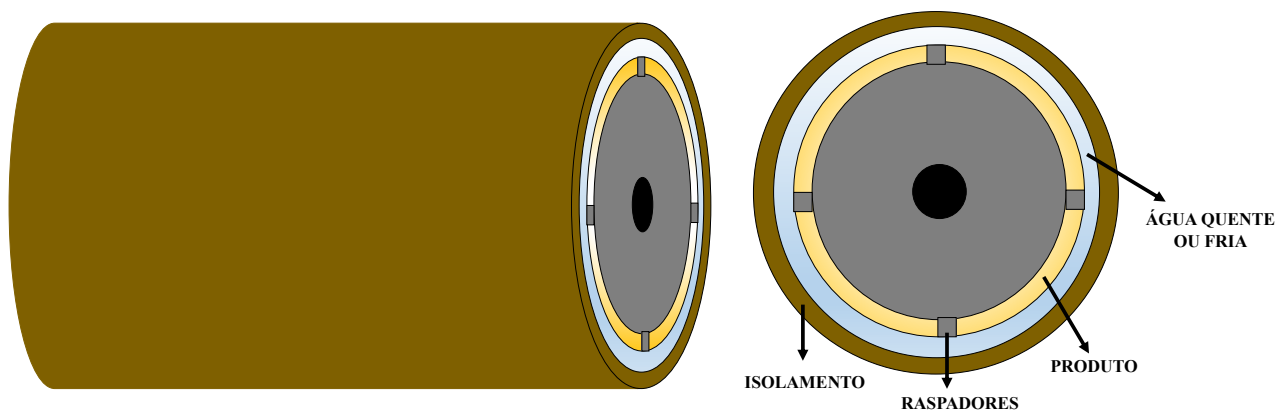
Fonte: A autora.

Figura 5. Esquema de pasteurização da calda na elaboração de sorvete em pasteurizador HTST (*high temperature short time*).



Fonte: A autora.

Figura 6. Esquema de um trocador de calor de superfície raspada.



Fonte: A autora.

A homogeneização é a etapa que irá transformar os grandes glóbulos de gordura em unidades menores e mais uniformes, e então, resultando em um sorvete com maior maciez, melhorando a capacidade de incorporação de ar e a distribuição dos emulsificantes e das proteínas do leite sobre a superfície dos glóbulos de gordura (MUNK; RODRIGUES, 1997). Isto porque ocorre um grande aumento na área de superfície da gordura que resulta em uma grande adsorção de proteínas para estabilizar essa área de superfície do glóbulo de gordura (GOFF, 2018).

Na etapa de maturação mantém-se a mistura pasteurizada e resfriada em uma temperatura entre 2 e 4 °C por um tempo mínimo de 12 horas sob agitação lenta e constante, o qual solidifica os glóbulos de gordura e hidrata as proteínas, açúcares e estabilizantes, melhorando assim as características do sorvete (MUNK; RODRIGUES, 1997). Nessa etapa, a água deixa de ser livre, o que regula a formação dos cristais de gelo. Após isso, pode-se adicionar o pó saborizante, para conferir aroma, cor e sabor ao sorvete (ESTUMANO; MELO, 2022).

Cabe ressaltar que a aeração apropriada do sorvete só ocorre se a adsorção de proteínas à gorduras for minimizada. Tanto a aeração como congelamento parcial e total há mudança de viscosidade e consistência. À medida que a temperatura diminui, os cristais de gelo começam a ser formados mudando o ponto de congelamento da estrutura, o sorvete apresenta até 50% de água congelada (GOFF, 2018).

Ao sorvete, pode-se adicionar ingredientes como polpa de frutas, frutas, grãos moídos, chocolate entre outros produtos de acordo com a indústria. O sorvete é submetido ao congelamento final para que o restante de água seja congelado podendo chegar até 90% da água livre (MUNK; RODRIGUES, 1997). Os equipamentos para batimento e congelamento incorporam ar rapidamente, enquanto a viscosidade aumenta exponencialmente no congelamento final tornando o colapso da matriz ocorra já que as bolhas de ar ficam presas na matriz (GOFF, 2018). A incorporação de ar é caracterizada como *overrun*, onde este depende da estabilidade das bolhas afetando o corpo, textura e palatabilidade dos produtos. Além disso, influencia diretamente na qualidade e rendimento da mistura (PINTO; DHARAIYA, 2014). Entretanto, o sorvete deve estar parcialmente fluido para o envase, sendo que a etapa de endurecimento, ou seja, congelamento final ocorre em temperaturas entre -25°C e -28°C (ESTIMANO; MELO, 2022). O sorvete deve manter uma temperatura de pelo menos -18°C durante sua estocagem (ESTUMANO; MELO, 2022). Para distribuição, o produto deve ser mantido

em transportes especiais que possuem frigorífico para manter a temperatura em sua temperatura mencionada na embalagem (MUNK; RODRIGUES, 1997).

3.3. SORVETES DA CATEGORIA *BETTER-FOR-YOU* (*Melhor para você*)

A população tem se conscientizado de que a sua saúde tem relação direta com o consumo dos alimentos. Desta forma, as indústrias buscam desenvolver produtos com ingredientes saudáveis na formulação e que promovem uma boa aceitabilidade entre os consumidores (FUCHS *et al.*, 2005). Por outro lado, o aumento de doenças crônicas, obesidade, diabetes, doenças cardiovasculares, hipertensão e câncer tem incentivado o consumo de alimentos saudáveis. Dessa forma, estudos têm mostrado à população vantagens em manter um estilo de vida mais saudável para uma melhor qualidade de vida, e, definitivamente, atingir um equilíbrio nas dietas alimentares (FERRETTO, 2020). Além disso, os consumidores estão cada vez mais conscientes da relação entre alimentação e saúde, exigindo alimentos mais saudáveis, que possuam ingredientes naturais seguros e que promovam benefício à saúde levando o interesse das indústrias em realizar pesquisas e desenvolver novos produtos que atendam essa demanda (BOFF *et al.*, 2013).

Ao lançar a categoria de sorvete *better-for-you* (*melhor para você*), a estratégia dos fabricantes era modificar o *status* de sorvetes como “querer” para o “precisar”, já que apresenta vantagens nutricionais quando comparado aos sorvetes tradicionais (HOSCH, 2018). Além do mais, os ingredientes naturais estão diretamente ligados a uma nova tendência mundial, a do “rótulo limpo”. Essa tendência busca fornecer um alimento saudável com um rótulo mais claro e enxuto possível (SILVA *et al.*, 2021). Devido ao alto teor de açúcar e gordura presentes nos sorvetes tradicionais, seu consumo regular não é muitas vezes recomendado para qualquer pessoa, especialmente diabéticos, já que o maior componente nos sorvetes em relação ao teor dos sólidos totais é o açúcar (KINGSLEY *et al.*, 2020).

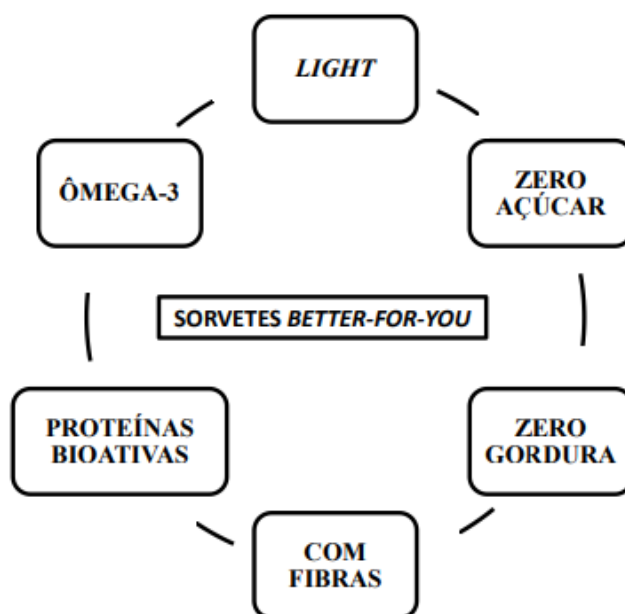
No ano de 2018, 68% dos consumidores no Brasil estariam dispostos a comprar produtos naturais, de acordo com um relatório da GlobalData. No entanto, cerca de 82% dos americanos consideram importante a tendência do rótulo limpo, enquanto na Europa estes valores atingem 70%. Desta forma, pode-se verificar que os consumidores estão dispostos a pagar mais caro por produtos mais saudáveis e naturais, incluindo os sorvetes

(HOSCH, 2018). O que é de comum acordo entre os países é que a indústria de sorvetes precisa estar sempre atualizada com novas opções aos consumidores. Diante disso, é essencial o estudo das propriedades químicas, nutricionais e físicas para a elaboração de sorvetes de alta qualidade (MALANDRIN *et al.*, 2001 *apud* MORZELLE *et al.*, 2012).

Diversos estudos buscam o enriquecimento nutricional e/ou redução de calorias em sorvetes, tornando-o mais saudável e nutritivo, mas que mantenham a sua qualidade, caso contrário, a aceitação de tais produtos pode ser reduzida (DA SILVA *et al.*, 2014). Nutrientes de alta qualidade são parâmetros influentes na tomada de decisão na compra entre os consumidores, além do que estão se tornando prioridades em pesquisa para o desenvolvimento de novos produtos (HOEFKENS; VENBEKE; VAN CAMP, 2011 *apud* DA SILVA *et al.*, 2014; SANTOS; CANÇADO, 2009 *apud* BAE *et al.*, 2020).

Com isso, os sorvetes da categoria *better-for-you* (*melhor para você*) vêm ganhando tendência, onde envolvem sorvetes *light*, zero açúcar, zero gordura, enriquecido com fibra, enriquecido com proteínas bioativas e enriquecido com ômega 3. Estes são sorvetes inovadores que empregam novas tecnologias, além de promover a saudabilidade dos consumidores através da redução de algum componente presente na formulação dos sorvetes tradicionais ou ainda a adição de componentes em concentrações adequadas que os transformem em alimentos com alegações de propriedades funcionais, sendo considerados mais saudáveis (SILVA *et al.*, 2012).

Figura 7. Principais sorvetes classificados na categoria *better-for-you* (*melhor para você*).



3.3.1. Sorvetes *light*

O uso do termo *light* é permitido em alimentos uma vez que represente o valor reduzido de certo componente presente na elaboração dos produtos convencionais dos mesmos fabricantes, como açúcares, gorduras totais, gorduras saturadas, colesterol e sódio, ou ainda no valor energético (BRASIL, 2013; PEREIRA; LOPES; COELHO, 2003 *apud* VANELLE, 2012). A redução de 25% do valor energético ou do componente reduzido alegado se faz necessário para alegação *light*, de acordo com a RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012 (BRASIL, 2012).

Atributos como sabor, corpo e textura, comportamento de fusão e cor favorece a aceitação dos sorvetes pelos consumidores. A redução de gordura e açúcar não necessariamente diminui a aceitação (CADENA *et al.*, 2012; PINTO; DHARAIYA, 2014).

Os sorvetes tradicionais possuem geralmente alta concentração de sacarose e gordura que proporcionam textura, consistência e sabor típico (CARDOSO *et al.*, 2019). Em relação a alta concentração de gordura, tanto pessoas com alto colesterol, por exemplo, ou que buscam melhor qualidade de vida querem reduzir o consumo exagerado de gordura (BAE *et al.*, 2020; BOFF *et al.*, 2013).

Como a gordura do leite é o principal contribuinte para o sabor e para a sensação característica na boca associados ao sorvete, a remoção da gordura pode trazer uma série de problemas em relação a textura, como aspereza além de corpo quebradiço, encolhimento e defeitos de sabor (BAER; KRISHNASWAMY; KASPERSON, 1999). Neste caso, os fabricantes usam substitutos de gordura, estabilizantes e outros aditivos com a finalidade de imitar as propriedades sensoriais provenientes da gordura do leite e, assim, melhorar a textura dos produtos como a cremosidade e a taxa de derretimento (AKBARI *et al.*, 2019 *apud* SILANTJEVA; ZAGORSKA; GALOBURDA, 2022; JAVIDI; RAZAVI, 2018).

Os substitutos de gordura podem ser divididos em lipídios à base de plantas, aditivos à base de proteínas e aditivos à base de carboidratos (AKBARI *et al.*, 2019 *apud* SILANTJEVA; ZAGORSKA; GALOBURDA, 2022). Os substitutos à base de carboidratos ou proteínas são macromoléculas que possuem propriedades de ligação com a água (POURSANI *et al.*, 2020). Além da escolha dos substitutos de gordura ser importante, as proporções aplicadas nas formulações de sorvetes devem ser estudadas

para fornecer uma qualidade aceitável (SILANTJEVA; ZAGORSKA; GALO BURDA, 2022).

Um dos maiores substitutos de gordura em sorvetes são os hidrocolóides que possuem funções semelhantes à gordura do leite de vaca e isso se dá pela capacidade de ligação dos hidrocolóides com a água e outros solutos na mistura dos sorvetes. Segundo Baer, Krishnaswamy e Kasperon (1999), a diminuição do calor de fusão da água em soluções hidrocolóides faz com que menos água seja capaz de congelar, controlando a formação dos cristais de gelo. Por tanto, encontrar um que seja eficiente é uma questão que desafia a indústria de alimentos (JAVIDI; RAZAVI, 2018).

A dureza dos sorvetes é um parâmetro que diminui na textura de sorvetes *light* devido à redução de açúcar e gordura, e conseqüentemente no teor de sólidos totais em sorvetes, diminuindo o ponto de congelamento do produto. Entretanto, a dureza aumenta mesmo com a diminuição do teor de gordura ou açúcar devido a adição de substituintes, que fazem com que a viscosidade dos hidrocolóides aumente, o que leva a uma diminuição na taxa de derretimento (ATALLAH *et al.*, 2022; JAVIDI; RAZAVI, 2018; POURSANI *et al.*, 2020).

Os níveis de dureza do sorvete durante o armazenamento são influenciados por fatores como sólidos totais, *overrun*, tamanho do cristal de gelo, desestabilização da gordura, volume da fase de gelo, ponto de fusão, consistência das propriedades da mistura, tempo de armazenamento e a característica de estabilizante e emulsificantes utilizados (ATALLAH *et al.*, 2022; SILANTJEVA; ZAGORSKA; GALO BURDA, 2022). Os sólidos totais se usados em grandes concentrações afetam a quantidade de água livre e a temperatura de congelamento dos sorvetes, porém o baixo teor de sólidos totais combinado com uso de estabilizantes insuficientes levam a um sorvete pouco encorpado (BAER; KRISHNASWAMY; KASPERSON, 1999). Os hidrocolóides possuem a capacidade de estabilizar a mobilidade molecular por isso gerenciam o crescimento dos cristais de gelo, aumentando a viscosidade já que são compostos de alto peso molecular que se ligam a água diminuindo a tensão ao escoamento (POURSANI *et al.*, 2020).

Além dos hidrocolóides, outros componentes podem ser estudados como a adição de fibras em sorvetes, que tem se mostrado eficiente para substituição parcial de gorduras ou açúcares, pois aumentam o teor de sólidos totais promovendo uma menor taxa de derretimento do produto e conseqüentemente promovendo uma diminuição na umidade (BOFF *et al.*, 2013; CARDOSO *et al.*, 2019).

As fibras são carboidratos não digeríveis e são classificadas conforme as suas características químicas, botânicas e fisiológicas. Nesse grupo, destacam-se os frutanos que são polímeros naturais formados por frutose, ligada ou não a uma molécula terminal de sacarose, sendo classificados em levanas, compostos ramificados e inulina (MACEDO; VIMERCATI; ARAÚJO, 2020). Os compostos derivados de carboidratos, além de poderem ser usados como substitutos de gordura e açúcares, também atuam como agentes espessantes e estabilizantes (FARESIN, 2019).

A inulina é uma fibra solúvel, que não é digerida no intestino e é utilizada pela indústria de alimentos, pois têm a capacidade de formar géis já que forma micro cristais na presença de leite, aumentando a viscosidade, proporcionando consistência cremosa, seguida de uma taxa de derretimento mais lenta, além de possuir baixa caloria e auxiliar no controle glicêmico, por isso tem um potencial inovador sem afetar as características do sorvete (CARDOSO *et al.*, 2019; FARESIN, 2019; PORTELA, 2015). O uso de cascas de frutas, como maracujá e laranja, vem sendo estudadas como substitutos de gordura, conforme estudos de Carlos *et al.* (2019) e Boff *et al.* (2013), respectivamente.

As proteínas do soro de leite pertencente aos sólidos não gordurosos do leite, utilizados na elaboração de sorvetes com teor de gordura reduzido, pois o soro de leite possui em sua estrutura proteínas de fácil digestão e baixo teor de gordura, proporcionando um aumento no teor de proteínas. Além disso, como possui um baixo teor em lactose evita certos defeitos tecnológicos comuns em sorvetes tradicionais (HARAGUCHI, 2006 *apud* BAE *et al.*, 2020). As proteínas do soro do leite ajudam a garantir a estrutura das bolhas de ar cobrindo-a com uma membrana (PARK; HAENLEIN, 2013 *apud* SILANTJEVA; ZAGORSKA; GALOBURDA, 2022)

As proteínas do soro de leite concentrado são ricas em aminoácidos essenciais entre eles, a lisina, o triptofano, a cisteína e a metionina que fazem com que a viscosidade de sorvetes aumente devido as propriedades de agregação, emulsificação e capacidade de retenção de água das proteínas (DA SILVA, 2012; KHAN *et al.*, 2018). A ligação das proteínas do soro concentrado com a água pode ser usada em sorvetes para evitar o desenvolvimento de baixa cremosidade (MORR, 1989 *apud* PINTO; DHARAIYA, 2014). Essas proteínas são desnaturadas no tratamento térmico usado na elaboração de sorvetes fazendo com que grande parte se associe as micelas de caseína ou ainda moléculas adjacentes por interação hidrofóbica ou pontes dissulfídicas, formando redes que contribuem para o aumento da viscosidade, melhorando a resistência ao derretimento

(DA SILVA, 2012). A interação proteína-proteína forma uma rede intermolecular mais resistente favorecendo um fluido mais viscoso assim um perfil de derretimento mais lento também é formado (FERRETTO, 2020). Além disso, de acordo Bae *et al.* (2020) o isolado proteico do soro de leite pode substituir a gordura, resultando no aumento do teor de proteína.

Em relação à substituição parcial de açúcares, os principais substitutos da sacarose nos produtos são os edulcorantes, sendo os sintéticos os mais utilizados entre eles o aspartame, a sucralose e o neotame, porém, a stevia vem ganhando maior interesse. A stévia é um edulcorante natural com propriedades antioxidantes e a presença de vitamina A. Este edulcorante é cerca de 250 a 300 vezes mais doce do que a sacarose, com caloria extremamente baixa, fornecendo um produto menos calórico (ATALLAH *et al.*, 2022; CADENA *et al.*, 2012; PORTELA, 2015). Os adoçantes de alta intensidade se destacam como alternativa ao uso da sacarose, pois não oferecem valor energético aos produtos, como a stévia, a sucralose e o sorbitol. (ATALLAH *et al.*, 2022).

A sucralose é derivado da sacarose, tendo cerca de 600 vezes mais poder adoçante, além de possuir alta solubilidade em água e em meio ácido, não possui sabor amargo e residual metálico, também tem alta estabilidade térmica durante o processamento e estocagem (PINHEIRO *et al.*, 2005 *apud* SANTOS, 2009).

Os edulcorantes de alta intensidade são substâncias não nutritivas, pois não conferem energia adicional ao alimento, porém favorecem a redução do ponto de congelamento, aumento da viscosidade, tempo de batidura do preparado e da consistência da fase contínua de sorvetes, além do que também influenciam na formação e tamanho do cristal de lactose no produto (CADENA *et al.*, 2012; SANTOS, 2009).

Com a substituição da sacarose por adoçantes é esperado encontrar os dois seguintes problemas que são: a compensação do teor de sólidos totais para evitar defeitos em relação ao corpo do produto e, assim, usar agentes para aumentar o volume como povidexose e maltodextrinas, os quais tem baixa caloria, porém esses agentes fazem com que o produto tenha uma maior dureza devido a diminuição do ponto de congelamento (THARP, 1991 *apud* PINTO; DHARAIYA, 2014). Já, os polióis possuem características tecnológicas e sensoriais semelhantes aos açúcares e possuem teor calórico praticamente nulo, o qual também pode ser utilizado como substituto de açúcar em sorvetes. O eritritol é um poliól que possui um poder adoçante de 60% em relação à sacarose e é estável em

condições extremas de pH e temperatura (LÓPEZ-MARTÍNEZ; MORENO-FERNÁNDEZ; MIGUEL, 2021).

Não existe um único produto para aumentar o volume de sorvetes e, que tenha todas as propriedades desejáveis de corpo e textura na elaboração. Desta forma, misturas de polidextrose e maltodextrina são necessárias (PINTO; DHARAIYA, 2014). A maltodextrina e a polidextrose são agentes de massa que usam como base carboidrato e aumentam a viscosidade da mistura em comparação aos sorvetes tradicionais, já que atuam como estabilizadores no controle dos teores de água devido seu alto peso molecular (ATALLAH *et al.*, 2022; PINTO; DHARAIYA, 2014; SANTOS, 2009).

Os agentes de volume conferem suavidade, cremosidade, melhora a textura e proporciona uma sensação de derretimento na boca, além de proteger contra a flutuação de temperatura, porém o teor dos agentes de volume deve ser medido corretamente pois se usado em grandes concentrações pode trazer efeitos indesejáveis na textura e no corpo, como pesado e pegajoso (GOFF; JORDAN, 1985 *apud* KHAN *et al.*, 2018; PINTO; DHARAIYA, 2014). Estudo feito por Yazdi *et al.* (2020) que elaboraram um sorvete com microcápsulas de extrato de casca de pistache revestidas com maltodextrina notou que como esta possui alto peso molecular e, portanto, maior capacidade de retenção da água, poderia aumentar a viscosidade dos sorvetes, aumentando a resistência ao derretimento (ADINEPOUR *et al.*, 2022).

Os frutooligossacarídeos (FOS) são oligossacarídeos são pertencentes ao grupo da inulina e destacam-se principalmente por suas propriedades funcionais, sendo conhecidos como prebióticos (PASSOS; PARK, 2003). A oligofrutose é uma fibra solúvel que não sofre hidrólise pelas enzimas no trato digestório, chegando intactos ao intestino grosso. Posteriormente, são fermentados, levando à produção de ácido lático e ácidos graxos de cadeia curta, com consequente diminuição do pH no intestino grosso. Assim, o crescimento de bactérias benéficas ao cólon, como bifidobactérias e lactobacilos, é favorecido (MACEDO; VIMERCATI; ARAÚJO, 2020).

Os benefícios do uso de FOS para a indústria são maior solubilidade e capacidade de retenção de água que a sacarose, pois são altamente higroscópicos e podem aumentar a umidade e diminuir a atividade de água, assegurando a estabilidade microbiológica, além de não cristalizar, não precipitar e poderem ser utilizadas para alterar a temperatura de congelamento de sorvetes e baixo poder calórico (MACEDO; VIMERCATI; ARAÚJO, 2020). Além disso, apresentam características físicas que possibilitam a sua

utilização na produção de alimentos, como ausência de cor e odor e se mostram estáveis em pH neutro, além de não alterarem a viscosidade dos produtos (DA SILVA, 2012; MACEDO; VIMERCATI; ARAÚJO, 2020). A presença de frutooligossacarídeo nos sorvetes pode agregar valor comercial, devido as propriedades funcionais (MELO, 2021), todavia notou-se que podem ser utilizados como ingredientes em sorvetes desde que substituam até 20% do açúcar, já que em maiores concentrações podem alterar características sensoriais, acarretando a diminuição da aceitação do produto (DA SILVA, 2012).

Jardines *et al.* (2020) investigou a viabilidade da substituição de gordura e açúcar por frutanos de agave em sorvetes. Os frutanos de agave são conhecidos com sua função tecnológica pela maior capacidade de absorção de água. Logo, o uso dos frutanos afetou a quantidade de água livre e com isso a quantidade e o tamanho dos cristais de gelo, além disso promoveu um tempo de derretimento mais longo (JARDINES *et al.*, 2020).

3.3.2. Sorvetes zero açúcar

Assim como os produtos *light*, um produto zero é uma informação nutricional complementar, que significa que um produto não contém ou contém um valor insignificante do componente alegado quando comparada a versão tradicional do produto. Para essa alegação em sorvetes zero açúcar, é necessário que o produto apresente no máximo 0,5 gramas de açúcar para cada 100g ou 100mL do produto de acordo com a RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012 (BRASIL, 2012).

De acordo com a Kadam e Deshmukh (2021), o mercado global de sorvete sem açúcar foi avaliado em 2.524,5 milhões de dólares em 2020 e estima-se que atinja 7.355 milhões até o ano de 2030. Isso se deve ao aumento da conscientização do consumidor, à alta renda disponível, ao aumento da demanda por produtos alimentares saudáveis e à crescente conscientização sobre a saúde entre os indivíduos desta província (KADAM; DESHMUKH, 2021).

O uso de substitutos da sacarose se faz necessário assim como em sorvetes *light*, porém a remoção do açúcar conta com ajustes no total de sólidos e no ponto de congelamento e para que isso seja compensado, usa-se agentes de volume, como maltodextrina e polidextrose e ainda um depressor do ponto de congelamento, como o sorbitol (KHAN *et al.*, 2018). Alto teor de açúcar na formulação diminui a dureza dos

sorvetes, além disso o aumento do teor de sacarose reduz o tamanho dos cristais de gelo o qual influencia na consistência do sorvete, tornando-o mais macio. A diminuição do teor de açúcar pelo aumento da concentração de purê de abóbora em sorvetes influenciou positivamente o *overrun*, de acordo com estudo feito por Silantjeva, Zagorska e Galoburda (2022). Entretanto, teores menores de açúcares leva a um declive acentuado do derretimento dos sorvetes levando a uma impressão sensorial de frieza mais pronunciada, o que pode ser explicado pelo aumento no nível de cristais de gelo (SILANTJEVA; ZAGORSKA; GALOBURDA, 2022).

Kahn *et al.* (2018) desenvolveu um sorvete zero açúcar usando sucralose e sorbitol, como adoçantes de baixa caloria e com baixo índice glicêmico. Atallah *et al.* (2022) utilizou a stévia como substituto total da sacarose, que diminuiu os valores de viscosidade das amostras uma vez que houve a diminuição no valor de sólidos, do *overrun*, do ponto de congelamento, e do valor calórico. A taxa de fusão pode ser aumentada pelo aumento do ponto de congelamento devido a diminuição das proporções de sólidos totais, gordura, sacarose, cinzas e proteínas na mistura (ATALLAH *et al.*, 2022).

Outro estudo feito por Pinto e Dharaiya (2014) avaliou o efeito da sucralose como adoçante em substituição da sacarose utilizando proporções adequadas de diferentes agentes de volume, como a mistura de polidextrose e maltodextrina. A polidextrose apresentou cremosidade, mas o sorvete ficou pouco encorpado. Em contrapartida, a maltodextrina melhorou a consistência quando usada concentrações maiores em relação a polidextrose, porém aumentou a viscosidade exageradamente afetando negativamente o corpo e a textura. Com aumento da polidextrose e diminuição da maltodextrina, houve o decréscimo na viscosidade devido a polidextrina ser muito higroscópica (PINTO; DHARAIYA, 2014).

3.3.3. Sorvetes zero gordura

De acordo com a RDC nº 54 de 12 de novembro de 2012, um produto zero gordura, pode ser alegado dessa maneira se tiver o máximo de 0,5g de gorduras totais por 100g ou 100mL do produto e isso cumpre com as condições estabelecidas para os atributos não contêm gorduras saturadas, colesterol e qualquer outro tipo de gordura é declarado com valores superiores a zero (BRASIL, 2012).

Um dos principais pontos que influenciam na substituição da gordura em sorvetes é impactar positivamente nas taxas de obesidade e excesso de peso. Possibilitar que as pessoas possam consumir um alimento que alie sabor e prazer ao degustar e que apresente boas características nutricionais. Outro ponto que vale a pena ser ressaltado é a redução do consumo total de energia para melhorar a saúde e, por consequência, influenciar de forma positiva na aparência física (FARESIN, 2019).

A relação entre dieta e saúde vem estimulando o interesse em alimentos com menos gordura. Todavia, quando se diminui os teores de gordura ocorre a diminuição das propriedades sensoriais do produto, sendo que o sorvete com baixa porcentagem de gordura geralmente apresenta sabor indesejável, baixa resistência ao derretimento e menor firmeza (FERRETTO, 2020). Diante disso, para atender aos consumidores que procuram alimentos de baixo teor de gordura, a indústria alimentícia precisou substituir os ingredientes calóricos (RODRIGUES *et al.*, 2006).

A quantidade da gordura e, principalmente, o tipo de gordura que vai compor um sorvete, afeta diretamente as características físicas, nutritivas e organolépticas do produto (FERRETTO, 2020). Por isso, o teor de gordura de um sorvete tem ligação direta com sua textura e qualidade (PATIL; BANERJEE, 2017).

Para o desenvolvimento de sorvete com baixo teor de gordura, encontram-se disponíveis alguns ingredientes que podem ser utilizados como substituintes de gordura, tais como derivados de carboidratos, proteínas e a inulina devido as suas propriedades nutricionais e com menor valor energético (SILVA, 2016).

A utilização de sólidos de soro de leite em substituição ao leite desnatado na fabricação de sorvete é recomendada pois possibilita ganho biológico por conter proteínas relacionadas com a prevenção de câncer de próstata (BOMSER; KENT; HARPER, 2003 *apud* SILVA; BOLINI, 2006) e confere melhor viscosidade, solubilidade, geleificação, emulsificação e estabilidade ao sorvete, além de reduzir custos do produto (BERGER, 1997 *apud* SILVA; BOLINI, 2006).

A substituição de gordura por proteína ou carboidrato altera propriedades físicas e é de particular interesse em sobremesas lácteas congeladas, pois desempenha um papel importante na estabilidade da emulsão e tem funcionalidade semelhante aos emulsificantes tradicionais (RODRIGUES *et al.*, 2006).

Sendo alguns dos efeitos observados com a adição das proteínas do soro de leite em sorvete com reduzido teor de gordura foram a maior resistência ao derretimento e

aumento da viscosidade aparente, além de não demonstrar influência significativa na avaliação das propriedades sensoriais de sabor e odor do sorvete (FERRETTO, 2020).

A diminuição de gordura em sorvetes são inovações que permitem melhorias nos aspectos relacionados à saúde, satisfação do consumidor, redução do impacto ambiental, além de agregar valor a um subproduto da indústria de laticínios (SILVA, 2016).

O uso de fibras alimentares solúveis e insolúveis também pode ser uma alternativa para a substituição da gordura em sorvetes, já que elas têm a capacidade de ligar moléculas de água e formar uma rede de gel. As fibras são facilmente incorporadas, permitem reduzir o teor calórico e atuam na prevenção da constipação intestinal (CARLOS *et al.*, 2019).

Em estudo mais antigo feito por Baer, Krishnaswamy e Kasperon (1999), a adição de emulsificantes em sorvete sem gordura reduziu o tamanho médio dos cristais de gelo quando comparado com o controle, o que é um fator importante na textura dos sorvetes sem gordura. Além de promover a resistência desejável ao choque térmico, derretimento lento e uniforme melhorando a dureza.

A ausência de gordura na mistura de sorvetes fornece uma capacidade de batimento maior quando comparado a sorvetes tradicionais. Em leites desnatados, por ter menor teor de gordura possui uma maior capacidade de espumar. Logo, a adição de fosfolipídios, monoglicerídeos e ácidos graxos é necessário para deprimir a formação de espuma que pode ser semelhante a depressão da espuma pela adição de emulsificantes observada na mistura de sorvetes sem gordura (BAER; KRISHNASWAMY; KASPERSON, 1999).

Os emulsificantes são adsorvidos nas células de ar e na ausência de gordura consegue deslocar a proteína da mistura de ar na interface o que deixa mais proteína livre para se ligar a água deixando menos água disponível para congelamento. Também como há um limite de ligação de hidrocoloides com a água, mesmo o uso de goma alimentar e estabilizantes em sorvetes desnatados não reduziu o tamanho das cristas de gelo (BAER; KRISHNASWAMY; KASPERSON, 1999).

Os sorvetes sem gordura têm ponto de congelamento mais baixo, de acordo com estudo realizado por Poursani *et al.* (2020). Além disso, a adição de goma nos sorvetes sem gordura não alterou os valores totais de sólidos e isso é interessante já que quantidade de sólidos menores resulta em tempo de endurecimento mais longo e crescimento de maiores cristais de gelo (POURSANI *et al.*, 2020).

Silantjeva, Zagorska e Galoburda (2022) utilizou purê de abóbora, açúcar e concentrado de soro na elaboração de sorvete e notou que maiores concentrações de purê e concentrado estabilizaram o produto fornecendo bolhas de ar.

O purê de abóbora por ser rico em pectina pode promover aumento da capacidade de retenção de água, emulsificação e formação de gel, melhorando a textura de sorvetes. Além disso tem uma influência positiva na redução do nível de glicose no sangue e na defesa contra o câncer (AKBARI *et al.*, 2019; JACOBO-VALENZUELA *et al.*, 2011 *apud* SILANTJEVA; ZAGORSKA; GALOBURDA, 2022).

Arbuckle e Marshall (2020) mencionaram em seu estudo que sorvetes sem gordura ou com baixo teor de gordura normalmente contém maior concentração de carboidratos o que compensa o teor de sólidos necessários (SILANTJEVA; ZAGORSKA; GALOBURDA, 2022).

O estudo realizado por Poursani *et al.* (2020) tratou o efeito da goma de semente de Balangu Shirazi (*Lallemantia royleana*) e do concentrado de proteína do soro de leite como substitutos de gordura em diferentes níveis de concentração. Sendo o Balangu Shirazi uma nova fonte de hidrocolóides que pode funcionar como estabilizador reduzindo os efeitos do crescimento de cristais de gelo, além de não alterar o teor de sólidos (POURSANI *et al.*, 2020).

3.3.4. Sorvetes enriquecidos com fibras

O uso de fibras alimentares, também chamadas de fibras dietéticas, solúveis e insolúveis podem ser usadas para a substituição da gordura em sorvetes, já que elas têm a capacidade de ligar moléculas de água e formar uma rede de gel, mas também podem ser usadas para alegação de um produto rico em fibras (CARLOS *et al.*, 2019). De acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada RDC n° 360, de 23 de dezembro de 2003, a fibra alimentar é definida como qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestível humano (BRASIL, 2003). Para um produto ser alegado rico em fibra, a quantidade de fibras deve ser de no mínimo 5g de fibra por porção ou 6g de fibra por 100g ou 100mL do produto (BRASIL, 2012). Com isso, elaborar um produto como o sorvete enriquecido com fibras é satisfatório, uma vez que junta o prazer e o bem-estar do consumo de tais alimentos, já que as fibras são facilmente incorporadas e permitem reduzir o teor calórico dos produtos (CARLOS *et al.*, 2019).

A fibra alimentar refere-se a polissacarídeos, oligossacarídeos e seus derivados hidrofílicos, os quais não podem ser digeridos pelas enzimas digestivas humanas (THEBAUDIN *et al.*, 1997 *apud* SOUKOULIS; LEBESI; TZIA, 2008). Além disso, as fibras insolúveis incluem quimicamente um grupo de substâncias heterogêneas como celulosas e hemicelulosas, e as fibras solúveis como os β -glucanos estas são as mais importantes (LAZARIDOU; BILIADERIS; IZYDORCZYK, 2007 *apud* SOUKOULIS; LEBESI; TZIA, 2008).

As fibras possuem diversos benefícios para a saúde, além de apresentarem importantes efeitos fisiológicos no organismo (SOUKOULIS; LEBESI; TZIA, 2008). As fibras insolúveis estão associadas ao aumento do bolo fecal e prevenção de doenças entéricas (PINHO *et al.*, 2015). Já as fibras solúveis são capazes de reduzir os níveis séricos de colesterol, reduzir os processos inflamatórios de baixo grau e ainda controlar a glicemia, entre outros (DUARTE *et al.*, 2021).

As fibras possuem propriedades que contribuem na textura de sorvetes dependendo da sua capacidade de ligação à água, dando origem a formação de extensas redes compostas por celulose e hemicelulose hidratadas, o qual podem promover o controle efetivo na cristalização do gelo durante o congelamento e crescimento dos cristais de gelo durante o armazenamento, além de aumentar a viscosidade o que melhora a firmeza do produto (SOUKOULIS; LEBESI; TZIA, 2008). Estas fibras também servem como substância prebiótica para bactérias probióticas (AKALIN *et al.*, 2017).

As fibras de frutas cítricas e as fibras de maçã são boas fontes de fibras solúveis e insolúveis, bem como ricas em pectina, o que melhora a capacidade de retenção de água da mistura de sorvete. Entretanto frutas cítricas, devido a acidez, podem causar efeitos indesejáveis no sabor caso não tenham um tratamento adequado (AKALIN *et al.*, 2017).

Segundo Akalin *et al.* (2017), ao final do armazenamento de sorvetes elaborados com fibra de laranja com potencial probiótico, *Bifidobacterium lactis* foram reduzidas e isso pode ser causado pela alta acidez dessas amostras bem como a presença de compostos inibitórios como antibacterianos polifenólicos, como as hesperidinas, presentes na fibra de laranja (LOPEZ *et al.*, 2001; KESENKAS, 2010 *apud* AKALIN *et al.*, 2017). Os efeitos funcionais das fibras variam com a origem vegetal, a relação entre fibras solúveis e insolúveis, a relação sinérgica de fibra-fibra e as interações com os outros componentes dos sorvetes (SOUKOULIS; LEBESI; TZIA, 2008).

As diferenças nas composições e proporções das fibras dietéticas insolúveis e solúveis devem ser analisadas uma vez que o teor das fibras compromete o sabor, odor e textura (MARINS *et al.*, 2021). Assim como no ponto de congelamento o qual afeta o valor da dureza e conseqüentemente na taxa de derretimento (AKALIN *et al.*, 2017).

De acordo com Soukoulis, Lebesi e Tzia (2008), os sorvetes elaborados com fibras de trigo e aveia não alteraram na taxa de derretimento uma vez que a capacidade de retenção de água é exibida principalmente pelas fibras insolúveis e parcialmente pelas fibras solúveis.

Os estabilizantes podem ser definidos como fibra alimentar por ser de origem dos polissacarídeos, porém como são adicionados em baixos teores em sorvetes, não permitem características fisiológicas e nutricionais desejadas (SOUKOULIS; LEBESI; TZIA, 2008). Já os emulsificantes devem ser escolhidos cuidadosamente a partir das características da fibra para elaborar um produto com efeito satisfatório em relação as propriedades físicas, químicas e sensoriais do sorvete (DERVISOGLU; YAZICI *et al.*, 2006 *apud* AKALIN *et al.*, 2017; MARINS *et al.*, 2021).

O uso das fibras nos produtos alimentícios é vantajoso uma vez que uma maior ingestão de fibras atrela a uma maior saciedade (OLEJNIK *et al.*, 2020). Nos sorvetes enriquecidos com fibras, o valor de sólidos totais aumenta enquanto o teor de umidade diminui. Os sólidos totais são desejados na elaboração de sorvete uma vez que atuam melhorando a textura e cremosidade do sorvete (CAMPIDELLI, 2015).

Segundo Soukoulis, Lebesi e Tzia (2008), o aumento da viscosidade em misturas de sorvetes enriquecidas com fibras parece ter relação com as fibras solúveis na composição da fase aquosa e com as fibras insolúveis no aumento do teor de sólidos totais. Isso se dá pela contribuição de compostos como a pectina e outros polissacarídeos na composição dos solutos que aumenta o teor de água ligada (SOUKOULIS; LEBESI; TZIA, 2008).

Akalin *et al.* (2017) elaborou sorvetes com diferentes fibras dietéticas e notou que o sorvete contendo fibra de laranja apresentou a maior dureza e com a fibra de maçã maior viscosidade. Ambas as fibras aumentaram a resistência à fusão do sorvete, porém o sabor foi rejeitado pelos julgadores. Já nos sorvetes elaborados contendo trigo e sorvetes com fibras de bambu houve um aumento dos índices de viscosidade e consistência provavelmente pelo resultado da alta retenção de água pelos materiais insolúveis devido ao seu baixo teor de matéria solúvel (AKALIN *et al.*, 2017). Como as fibras de origem

animal também tem capacidade de reter a água e conferir textura aos produtos, Marins *et al.* (2021) elaborou um sorvete com colágeno e notou uma maior resistência ao derretimento e melhora na emulsão do produto e, isso pode ser explicado pela formação de uma rede tridimensional formado pelo colágeno, que conferiu firmeza (MARINS *et al.*, 2021).

3.3.5. Sorvetes enriquecidos com proteínas bioativas

A oferta de alimentos fortificados tem aumentado, já que os consumidores estão em busca de um bom sabor de modo que isso não interfira em suas dietas e seu estilo de vida saudável. Os fabricantes que desejam se adequar às novas demandas do mercado tem lançado esses tipos de sorvetes (HOSCH, 2018). Isso pode ser alcançado através de produtos inovadores, através da incorporação de ingredientes bioativos como as proteínas bioativas no desenvolvimento dos produtos (DUARTE *et al.*, 2021). De acordo com a RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012, para um alimento ser alegado rico em proteínas deve-se ter no mínimo 12g de proteínas por porção ou 100g/100mL do produto (BRASIL, 2012).

As proteínas do soro do leite têm sido importantes no desenvolvimento de sorvetes funcionais, pois diversas pesquisas vêm sendo feitas sobre as propriedades bioativas desse subproduto. Dentre elas destacam-se as atividades antioxidantes, anticancerígena, anti-inflamatória, anti-hipertensiva, entre outras (COSTA *et al.*, 2021 *apud* DUARTE *et al.*, 2021). Essas proteínas são compostas por teores altos de aminoácidos essenciais, principalmente aminoácidos de cadeia ramificada como leucina, isoleucina e valina, além de peptídeos bioativos (FERRETTO, 2020). Os peptídeos presentes no soro do leite são compostos, principalmente, por β -lactoglobulina, α -lactoalbumina, albumina do soro, imunoglobulinas e lactoferrina (COSTA *et al.*, 2021 *apud* DUARTE *et al.*, 2021).

O soro de leite é uma alternativa no desenvolvimento de sorvetes enriquecidos com proteínas bioativas, já que tem ótimas propriedades funcionais, nutricionais e tecnológicas como solubilidade, emulsificação, viscosidade e gelatinização, fornecendo a textura para o sorvete (DUARTE *et al.*, 2021). Além disso, o aproveitamento do soro do leite é interessante uma vez que o descarte inadequado pode ocasionar sérios problemas ambientais (DA SILVA, 2012).

Na elaboração de sorvetes, as proteínas do soro de leite auxiliam na emulsificação da gordura, aumentam o *overrun* e a viscosidade, criam um comportamento interfacial desejável e ainda podem agregar propriedades funcionais (CAMARGO *et al.*, 2020; PARK; HAENLEIN, 2013 *apud* SILANTJEVA; ZAGORSKA; GALO BURDA, 2022).

O aumento do teor de proteínas no sorvete permite a formação de uma rede proteica pelas propriedades de agregação, emulsificação e capacidade de retenção de água das proteínas do soro do leite influenciadas pelas condições ambientais, de processamento, tratamentos prévios e métodos para sua caracterização, além de agregar nutricionalmente, porém em excesso pode ocasionar defeitos na consistência e sabor. Logo, a concentração também deve ser dosada para não descaracterizar o produto (DA SILVA, 2012).

As proteínas do soro do leite podem ser usadas como ingredientes funcionais ou ainda como substituinte parcial da gordura do leite em produtos lácteos (DA SILVA, 2012). Poursani *et al.* (2020) elaborou um sorvete com teor de gordura reduzido com a adição de concentrado proteico de soro de leite e notou que a viscosidade do produto foi aumentada pelo acúmulo de proteínas. Neste caso, o teor de sólidos totais, e em contrapartida o *overrun* diminuíram com o aumento do concentrado proteico do soro, o qual pode estar relacionado o aumento da viscosidade. Aminoácidos essenciais como lisina, cisteína, triptofano e metionina estão presentes no concentrado (POURSANI *et al.*, 2020).

Segundo Kinsella *et al.* (1984) o aumento da viscosidade em produtos elaborados com concentrado proteico de soro pode ser explicado pelo aquecimento durante o tratamento térmico dos sorvetes que provoca a desnaturação gradual das proteínas do soro onde grande parte se associa as micelas de caseínas ou ainda nas moléculas adjacentes, por interações hidrofóbicas ou pontes dissulfídicas (DA SILVA, 2012).

Outro estudo realizado por López-Martínez, Moreno-Fernández e Miguel (2021), desenvolveram um sorvete funcional com hidrolisados de clara de ovo, porém sem adição de produtos lácteos, fornecendo peptídeos bioativos. Assim, o ovo pode ser utilizado como uma boa fonte de ingredientes funcionais, mas estudos devem ser elaborados para elaboração em sorvetes tradicionais e ainda para alegar como enriquecido em proteínas bioativas (LÓPEZ-MARTÍNEZ; MORENO-FERNÁNDEZ; MIGUEL, 2021).

3.3.6. Sorvetes enriquecidos com ômega 3

O ômega 3 é um ácido graxo poli-insaturado, sendo considerado essencial, porém o ser humano não consegue sintetizá-lo. Diante disso, deve ser adquirido através da alimentação (DOMICIANO, 2015). Também é conhecido como alfa-linolênico (ALA) e permite a formação do ácido eicosapentaenóico (EPA) e o ácido docosahexaenóico (DHA), ambos ácidos graxos de cadeia longa (SILVEIRA; MOREIRA, 2017)

A fonte de origem animal mais comum de ricos teores de ômega 3 são os produtos derivados marinhos, ou seja, peixes como salmão, sardinha e atum, entre outros, assim como os óleos de peixes, onde estão na forma de EPA e DHA (GOWDA *et al.*, 2018). A fonte de origem vegetal mais rica em alfa-linolênico é a linhaça, porém existem outras fontes como canola, soja, nozes e plantas de folhas verdes escuras que são mais limitadas, mas alternativas para o público vegano em suprir a carência de ômega 3 (GOWDA *et al.*, 2018; MARTINS *et al.*, 2008 *apud* SILVEIRA; MOREIRA, 2017). Assim, o óleo de peixe vem sendo bastante utilizado na indústria alimentícia para fortificação de alimentos com ômega 3, para suprir teores de ômega 3 no organismo, assim como produtos de origem vegetal como óleo de linhaça e óleo de chia. O óleo de chia é uma alternativa principalmente a fração de oleína fração de baixo ponto de fusão do óleo de chia (*Salvia hispanica L*) o qual aumenta a concentração do alfa-linolênico (ULLAH; NADEEM; IMRAN, 2017).

O alimento é considerado rico em ômega 3 quando atinge concentrações de no mínimo de 300 mg de ácido alfa-linolênico ou mínimo de 40 mg da soma de EPA e DHA por porção (BRASIL, 2012). Diante disso, estes ingredientes funcionais podem ser aplicados em sorvetes (SHAVIKLO; SEYED-NEJAD; MAHDAVI, 2018). Além disso, é uma das melhores maneiras para combate de deficiências de macro e micronutrientes (GOWDA *et al.*, 2018).

A introdução de ômega 3 em sorvetes é interessante uma vez que alimentos que são fontes de ômega 3 não são consumidos regularmente em certos países, e isso pode estar associado ao odor e sabor característico de peixe (SHAVIKLO; SEYED-NEJAD; MAHDAVI, 2018). Entretanto, os alimentos com maior concentração de ácidos graxos insaturados são suscetíveis a auto oxidação à longo armazenamento, sendo um indicador da estabilidade oxidativa, porém isso pode ser melhorado com a adição de antioxidantes em concentração suficientes, como a vitamina E (SHAVIKLO; SEYED-NEJAD; MAHDAVI, 2018; ULLAH; NADEEM; IMRAN, 2017).

Estudos mostram que ácidos graxos poliinsaturados são altamente oxidativas e não poderiam permanecer estável em produtos fortificados levando a formação de peróxidos e outros subprodutos lipídicos pela oxidação. Logo, a sua utilização em sorvetes pode gerar defeitos de textura e sabores rançosos em longos armazenamentos (GOWDA *et al.*, 2018; SHAVIKLO; SEYED-NEJAD; MAHDAVI, 2018). A formação de peróxidos se dá devido a formação de ácidos graxos livres em sorvetes, o qual aumentam lentamente durante o período de armazenamento (SHAVIKLO; SEYED-NEJAD; MAHDAVI, 2018; ULLAH; NADEEM; IMRAN, 2017). Os ácidos graxos livres são gerados como resultado da hidrólise de triglicerídeos, umidade, lipases, temperatura de armazenamento e íons metálicos que são conhecidos como aceleradores de hidrólise (ULLAH; NADEEM; IMRAN, 2017).

Os ácidos graxos livres afetam a qualidade de sorvetes à base de gordura por dois fatores, primeiro que induzem sabores e segundo aceleram a quebra de peróxidos a produtos de oxidação. Por isso, são indesejáveis para processamento e armazenamento. Logo, o maior teor de ácidos graxos livres leva a um maior valor de peróxido devido ao aumento de ácidos graxos insaturados na gordura de leite e ainda, as estratégias de modificação da gordura podem aumentar o processo de auto-oxidação pelos ácidos graxos insaturados presentes no produto (ASHES *et al.*, 1997 *apud* GOWDA *et al.*, 2018). Já a quantidade de peróxidos no sorvete fornece informações sobre o estado de oxidação em óleos e gorduras. Além disso, diminuem a concentração de alfa-linolênico (ALA), ácido eicosapentaenóico (EPA) e o ácido docosahexaenóico (DHA) durante o armazenamento (ULLAH; NADEEM; IMRAN, 2017).

Óleos e gorduras com alto teor de ácidos graxos livres abaixam o ponto de fusão dos sorvetes e fazem o derreter mais rapidamente interferindo na dureza pelo aumento da quantidade de óleo no sorvete. Logo, a resistência ao derretimento depende do tipo, natureza e quantidade do óleo adicionado. Além disso, óleos contendo menos ácidos graxos livres obtém preços mais altos no mercado, porém tem um melhor processamento e maior estabilidade durante o armazenamento do produto (GOWDA *et al.*, 2018).

A oxidação de ácidos graxos poliinsaturados fazem com que os sorvetes tenham baixo valor de ácidos graxos livres devido aos baixos ácidos graxos livres presente nos componentes como o óleo de peixe (GOWDA *et al.*, 2018; SHAVIKLO; SEYED-NEJAD; MAHDAVI, 2018).

O peróxido é decomposto e seus níveis diminuem após atingir uma concentração estável e isso pode resultar em equívocos na interpretação dos dados de oxidação lipídica. Por isso, avaliações como o valor de peróxido e cálculo da oxidação total são importantes para uma medição precisa da oxidação lipídica (SHAHIDI; WANASUNDARA, 2002 *apud* SHAVIKLO; SEYED-NEJAD; MAHDAVI, 2018). Entretanto, valores de peróxidos e ácido tiobarbitúrico aumentam durante o armazenamento, mas depois tem uma diminuição gradual e esta diminuição no valor de ácido tiobarbitúrico pode estar associada ao aumento da degradação de produtos de oxidação secundária (BHATTACHARYA *et al.*, 1988 *apud* GOWDA *et al.*, 2018).

De acordo com estudo de Gowda *et al.* (2018) após a diminuição no valor de ácido tiobarbitúrico, as amostras de sorvete tanto controle quanto fortificado com ômega-3 mostraram novamente um aumento contínuo lento, até o final do período de armazenamento (GOWDA *et al.*, 2018). Já o valor de anisidina determina os níveis da etapa secundária e terciária do auto oxidação. Logo, o aumento contínuo de p-anisidina pode ter relação com a formação contínua de produtos de oxidação secundário e, isso pode ser aumentado quanto for a maior quantidade de ácidos graxos insaturados presentes pois estes podem ser oxidados e formar oxidação secundária e terciária em maior quantidade (GOYAL *et al.*, 2015 *apud* GOWDA *et al.*, 2018).

Segundo Gowda *et al.* (2018), o aumento contínuo de ácido graxo livre durante o armazenamento pode ser explicado pela contaminação de íons metálicos, atividade enzimática e/ou presença de umidade no meio. Esta última porque como a mistura de sorvete foi homogeneizada, a membrana do glóbulo de gordura do leite foi rompida e assim fez com que água ficasse disponível para atividade hidrolítica da enzima lipase, ou seja, a hidrólise de ácidos graxos livres desprotegidos pelo óleo de linhaça microencapsulado em pó usado na preparação do produto fortificado com ômega 3 (MC SWEENEY; FOX, 2003; NADEEM *et al.*, 2015 *apud* GOWDA *et al.*, 2018).

A degradação de ALA normalmente se dar pelo calor aplicado no produto, mas esse não é o fator responsável em sorvetes já que é armazenado em temperaturas muito baixas. Entretanto, através de estudo feito por Gowda *et al.* (2018) na amostra controle houve mais redução de ALA, já que se sabe que esse composto também está presente na gordura do leite (GOWDA *et al.*, 2018).

A existência de ácido clorogênico, ácido cafeico, quercetina, glicosídeo fenólico-k e os compostos fenólicos glicosídeo-Q fenólicos na fração oleína do óleo de chia inibiram

eficientemente a quebra de ácidos graxos em produtos alimentícios devido possuírem atividades oxidantes. Isso é satisfatório uma vez que a concentração de radicais livres pode desencadear doenças como artrite, aterosclerose e certos tipos de cânceres (ULLAH; NADEEM; IMRAN, 2017). Outro parâmetro importante é o 2,2-difenil-1-picrilhidrazil para avaliar as características antioxidante de oxidantes naturais devido a sua atividade sequestradora de radicais livres (ULLAH; NADEEM; IMRAN, 2017). Entretanto, agentes aromatizantes como frutas cítricas, vanilina, hortelã-pimenta, entre outros ingredientes podem ser usados para mascarar parcialmente o sabor de ingredientes utilizados como o óleo de peixe (SAYIKLO *et al*, 2011 *apud* SHAVIKLO; SEYED-NEJAD; MAHDAVI, 2018).

Não só o uso de antioxidantes e aromatizantes é recomendado no desenvolvimento de sorvetes fortificados com óleo de peixe, mas também a pureza deste ingrediente o que leva a uma baixa auto oxidação dos produtos além de possuírem menor intensidade de sabor (SHAVIKLO; SEYED-NEJAD; MAHDAVI, 2018).

Estudo realizado por Shaviklo, Seyed-nejad e Mahdavi (2018) usando óleo de peixe na elaboração de sorvete notou que atributos sensoriais foram semelhantes ao sorvete tradicional em até quatro meses de armazenamento, por estar quimicamente estável. Após quatro meses, o odor desagradável e rançoso de peixe afetou o produto e esse fator se deve provavelmente pela rancidez hidrolítica da gordura do leite pela oxidação do óleo de peixe. Na verdade, o uso do óleo de peixe só afeta negativamente o sabor com o armazenamento.

Ullah, Nadeem e Imran (2017) notou que a suplementação de sorvete com fração oleína de óleo de chia aumentou as perspectivas antioxidantes do sorvete devido os compostos presentes nesse óleo. Além disso, os teores de fenólico totais, flavonoides totais e atividade sequestradora de radicais livres como o 2,2-difenil-1-picrilhidrazil da fração oleína do óleo de chia, foram maiores do que os óleos vegetais comumente usados e da amostra controle (ULLAH; NADEEM; IMRAN, 2017).

Gowda *et al.* (2018), utilizou o óleo de linhaça em pó microencapsulada para fortificação de ácido α -linolênico em sorvetes. Não houve mudança significativa na taxa de fusão durante o armazenamento prolongado quando comparado ao controle. Além disso a gordura do leite foi parcialmente substituída por gordura microencapsulada de óleo de linhaça. Os microencapsulados em pó permaneceram estáveis à pasteurização, congelamento e armazenamento em $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (GOWDA *et al.*, 2018). Já, as

proteínas do soro de leite foram usadas para a preparação das microcápsulas do óleo de linhaça, e isso pode estar ligado com a alta estabilidade oxidativa de ômega-3 fortificado em sorvete. Os aminoácidos das proteínas do soro de leite mostram comportamento de ligação com metais, portanto, agem como antioxidantes (GOYAL *et al.*, 2015 *apud* GOWDA *et al.*, 2018).

Mussinato *et al.* (2020) desenvolveu um sorvete com óleo de canola como fonte de ômega 3 e não prejudicou a aceitabilidade do produto. A canola, assim como outras oleaginosas, como linhaça e a soja, são considerados fontes de ácido α -linolênico, que é um ácido graxo essencial precursor dos demais da família ômega 3 (NOVELLO, 2010; PITA, 2006 *apud* MUSSINATO *et al.*, 2020).

Domiciano (2015) produziu microcápsulas de albumina e colágeno reticuladas com íons de cálcio para atuarem como matrizes na incorporação de ômega 3 em *frozen yogurt*, evitando o sabor e odor desagradáveis do ômega 3 puro. Além disso, não modificou as características físicas, químicas e sensoriais do produto e ainda demonstrou ser mais resistente ao derretimento quando comparada a amostra controle (DOMICIANO, 2015).

Heineck *et al.* (2013) analisou a concentração de ômega 3 em sorvetes contendo semente e oleaginosas. O estudo relatou que apesar do teor de ômega 3 ter sido insuficiente para alegação de rico em ômega 3 em sorvetes elaborados com semente de chia, foi maior quando comparado à sorvetes elaborados com castanha de caju e amendoim e sorvetes de avelã (HEINECK *et al.*, 2013).

Por fim, com base nos sorvetes da categoria *better-for-you*, os compostos usados para substituição, como os substituintes de açúcar ou gordura, ou de adição, como as fibras, proteínas bioativas e ômega 3 estão descritos no Quadro 1, bem como as pesquisas utilizadas para a elaboração desta revisão bibliográfica.

Quadro 1. Componentes de substituição ou adição em sorvetes da categoria *better-for-you*.

| Substituintes ou Adicionados | Compostos | Autores |
|------------------------------------|----------------------------|--|
| Substituintes de gordura | Proteínas do soro de leite | Da Silva (2012); Bae <i>et al.</i> (2020); Ferretto (2020); Poursani <i>et al.</i> (2020); Silantjeva, Zagorska e Galoburda (2022) |
| | Cascas de frutas | Boff <i>et al.</i> (2013); Carlos <i>et al.</i> (2019); Olejnik <i>et al.</i> (2020) |
| | Hidrocoloides | Baer, Krishnaswamy e Kasperson (1999); Poursani <i>et al.</i> (2020) |
| | Inulina | Faresin (2019); Cardoso <i>et al.</i> (2019) |
| Substituintes de açúcar | Edulcorantes | Santos (2009); Cadena <i>et al.</i> (2012); Pinto e Dharaiya (2014) Khan <i>et al.</i> (2018); Atallah <i>et al.</i> (2022); |
| | Frutanos | Portela (2015); Cardoso <i>et al.</i> (2019); Jardines <i>et al.</i> (2020) |
| Adicionados de fibras | Frutas ou cereais | Soukoulis, Lebesi e Tzia (2008); Akalin <i>et al.</i> (2017) |
| | Colágeno | Marins <i>et al.</i> (2021) |
| Adicionados de proteínas bioativas | Proteínas do soro de leite | Da Silva (2012); Duarte <i>et al.</i> (2021); |
| | Clara de ovo | López-Martínez, Moreno-Fernández e Miguel (2021) |
| Adicionados de ômega 3 | Óleo de chia | Heineck <i>et al.</i> (2013); Campidelli (2015); Ullah, Nadeem e Imran (2017) |
| | Óleo de linhaça | Gowda <i>et al.</i> (2018) |
| | Óleo de canola | Mussinato <i>et al.</i> (2020) |
| | Óleo de peixe | Shaviklo, Seyed-Nejad e Mahdavi (2018) |

4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos neste trabalho de revisão bibliográfica, pode-se ter o conhecimento aprofundado sobre uma categoria inovadora para a classificação de sorvetes, que é a *better-for-you* (*melhor para você*). Estudos recentes tem sido elaborado para o desenvolvimento de novos componentes que substituem ou ainda, que adicionam para caracterizar esses tipos de sorvetes. No Brasil, já são produzidos alguns dos sorvetes que regem essa categoria. Entretanto, alguns destes produtos ainda apresentam certos problemas, principalmente com relação ao sabor, bem como defeitos relacionados ao processo de produção. A partir deste trabalho de revisão bibliográfica também se recomenda que os fabricantes ao produzirem este tipo de produto se atentem para o uso de ingredientes naturais, e que possam conter propriedades de alegações funcionais através de seus ingredientes com rótulos onde contém todas as informações adequadas sobre o produto. Entender o que significa sorvetes pertencentes à categoria *better-for-you* (*melhor para você*) é importante tanto para as empresas, que queiram entrar neste mercado competitivo, quanto para compreender as expectativas dos consumidores.

REFERÊNCIAS

- ADINEPOUR, F. *et al.* Fortification/enrichment of milk and dairy products by encapsulated bioactive ingredients. **Food Research International**, v. 157, p. 111212, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS E DO SETOR DE SORVETE. **O setor de sorvetes**. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.abis.com.br/mercado/>. Acesso em: 21 de dezembro 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS E DO SETOR DE SORVETE. **Série da Produção e Consumo de Sorvetes no Brasil**. 2021. Disponível em: <https://www.abis.com.br/wp-content/uploads/2021/10/Material-para-o-Site-da-ABIS-out-2021.pdf>. Acesso em: 21 maio 2022.
- ATALLAH, A. A. *et al.* Microstructural, Physicochemical, Microbiological, and Organoleptic Characteristics of Sugar- and Fat-Free Ice Cream from Buffalo Milk. **Foods** **2022**, v. 11, n. 490, 2022.
- AKALIN, A. S. *et al.* Enrichment of probiotic ice cream with different dietary fibers: Structural characteristics and culture viability. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p. 37-46, 2017.
- BAE, F. A. H. *et al.*, Desenvolvimento, caracterização físico-química e aceitação sensorial de sorvete a base de isolado proteico de soro de leite. *In*: SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR, 7., 2020, Londrina, PR. **Anais [...]**. Bento Gonçalves, RS: SbCTA-RS, 2020.
- BAER, R. J.; KRISHNASWAMY, N.; KASPERSON, K. M. Effect of Emulsifiers and Food Gum on Nonfat Ice Cream. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p. 1416-1424, 1999.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. **Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília-DF, 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/52750137. Acesso em: 25 jun. 2022.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. **Listas de padrões microbiológicos para alimentos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília-DF, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/instrucao-normativa-ndeg-60-de-23-de-dezembro-de-2019.pdf/view>. Acesso em: 11 jun. 2022.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 379 de 26 de abril de 1999. **Regulamento Técnico referente a Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis**. Diário Oficial da República Federativa

do Brasil, Poder Executivo, Brasília-DF, 1999. Disponível em:
https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs1/1999/prt0379_26_04_1999.html.
Acesso em: 10 jun. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 398 de 30 de abril de 1999. **Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília-DF, 1999. Disponível em:
https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/1999/prt0398_30_04_1999.html.
Acesso em: 24 jun. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360 de 23 de dezembro de 2003. **Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília-DF, 2003. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-360-de-23-de-dezembro-de-2003.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC 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, Poder Executivo, Brasília-DF, 2005 Disponível em:
https://www.bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/res0266_22_09_2005.html
. Acesso em: 20 de dezembro 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 3, de 15 de janeiro de 2007. **Regulamento Técnico sobre “Atribuição de Ativos e seus Limites Máximos para a Categoria de Alimentos 3: Gelados Comestíveis”**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília-DF, 2007. Disponível em:
https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2007/res0003_15_01_2007.html.
Acesso em: 20 de dezembro 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. **Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília-DF, 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-54-de-12-de-novembro-de-2012.pdf/view>. Acesso em: 09 de junho 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Consumo e Saúde: Alimentos diet e light** – entenda a diferença. Ouvidoria/Anvisa e Departamento de Proteção e Defesa do Consumidor/Senacon, ano 5, n. 33, dez. 2013 Disponível em:
https://www.defesadoconsumidor.gov.br/images/Boletim_Consumo_e_Sa%C3%BAde/consumo-e-saude-no-33-alimentos-diet-e-light-entenda-a-diferenca.pdf. Acesso em: 20 maio 2022.

BOFF, C. C. e *et al.*, Desenvolvimento de sorvete de chocolate utilizando fibra de casca de laranja como substituto de gordura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 10, p.1892-1897, out. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/4N4wk7DQDbYBDJSCtjn5Sdj/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 maio 2022.

BORSZCZ, V. **Implantação do Sistema APPCC para Sorvetes**: Aplicação na Empresa Kimyto. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

CADENA, R. S. *et al.* Reduced fat and sugar vanilla ice creams: Sensory profiling and external preference mapping. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 4842-4850, 2012.

CAMPIDELLI, M. L. L. *et al.* Desenvolvimento de sorvete de mirtilo (*Vaccinium myrtillus*) enriquecido com semente de chia (*Salvia hispanica*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 9, n. 2, p. 1962-1974, 2015. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/1820/3067>. Acesso em: 23 maio 2022.

CARDOSO, A. C. B. *et al.* Utilização de inulina para elaboração de sorvete *light* de pitaya (*Hylocereus undatus*) e cupuaçu (*Theobromagrandiflorum*). **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 33, n. 288/289, p. 3543-3547, abr./maio 2019. Disponível em: https://higienealimentar.com.br/wp-content/uploads/2020/08/Anais-Higienistas-2019_VERS%C3%83O-ATUALIZADA-FINAL_compressed.pdf. Acesso em: 03 jun. 2022.

CARLOS, S. A. V. *et al.* Elaboração de sorvete de cupuaçu utilizando fibra de casca de maracujá como substituto de gordura. **Evidência**, Joaçaba, v. 19, n. 1, p. 23-44, jan./jun. 2019. Disponível em: <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/evidencia/article/view/17300>. Acesso em: 01 jun. 2022.

CONSUMO de sorvete no Brasil teve alta de mais de 80% em dez anos, **G1- Globo News**. 9 jan. 2015. Disponível em <https://g1.globo.com/globo-news/contacorrente/noticia/2015/01/consumo-de-sorvete-no-brasil-teve-alta-de-mais-de-80-em-dez-anos.html#:~:text=Em%2010%20anos%2C%20o%20consumo,e%20do%20Setor%20de%20Sorvetes>. Acesso em 28 maio 2022.

DA SILVA, V. M. **Sorvete *light* com fibra alimentar: Desenvolvimento, caracterização físico-química, reológica e sensorial**. 2012. Dissertação (Mestre em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2012.

DA SILVA, V. M. *et al.* Study of the perception of consumers in relation to different ice cream concepts. **Food Quality and Preference**, v. 36, p. 161-168, 2014.

DA SILVA JUNIOR, E. **Formulações especiais para sorvetes**. 2008. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia

Bioquímico-Farmacêutica, Faculdade de Ciências Farmacêutica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

DEOSARKAR, S. S. *et al.* Ice Cream: Uses and Method of Manufacture. *In*: CABALLERO, B.; FINGLAS, P.; TOLDRÁ, F. **Encyclopedia of Food and Health**. 1 ed. [S. I.]; Elsevier, 2016, p. 391-397.

DOMICIANO, M. G. **Microencapsulação de ômega 3 para aplicação em frozen yogurt**. 2015. Tese (Engenharia de Alimentos) – Curso Superior de Engenharia de Alimentos, Coordenação dos Cursos de Tecnologia e Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

DUARTE, Y. G. *et al.* Desenvolvimento e análise sensorial de sorvete de morango enriquecido com suplemento proteico (*Whey Protein* Isolado): um estudo experimental analítico. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 8, p. 85185-85200, 2021.

ESTUMANO, J. F. P.; MELO, K. C. N. Cartilha de boas práticas de fabricação na indústria de gelados comestíveis. **Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas**. 72p. Disponível em: [https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/18e69e9eca639b33372eefdf66ecfb4e/\\$File/7574.pdf](https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/18e69e9eca639b33372eefdf66ecfb4e/$File/7574.pdf). Acesso em: 10 de jan. 2022.

FARESIN, L. S. **Desenvolvimento de sorvete funcional com redução de açúcar e gordura**. 2019. Dissertação (Mestre em Ciências e Tecnologia de Alimentos – Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.

FERNANDINO, C. M. *et al.* Propriedades físico-químicas da polpa de tamarillo (*Solanum betaceum*) e sua aplicabilidade na elaboração de sorvetes. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 24, p. e2020090, 2021.

FERRETTO, L. R. **Desenvolvimento e caracterização de sorvete com alto teor de proteína, baixo teor de gordura e zero açúcar**. 2020. Dissertação (Mestre em Alimentos de Origem Animal) – Programa de Pós-Graduação em Alimentos de Origem Animal, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

FEIZI, R.; GOH, K. K. T.; MUTUKUMIRA, A. N. Effect of chia seed mucilage as stabiliser in ice cream. **International Dairy Journal**, v. 120, p. 105087, 2021.

FUCHS, R. H. B. *et al.* O “Iogurte” de soja suplementado com oligo frutose e inulina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p.175-181, jan./mar. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/XnRHM53BRpynjZPrqBYhfnH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 maio 2022.

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

GOFF, H.D.; HARTEL, R. W. **Ice cream**. 7 ed., New York ; Springer, 2013, 455p.

GOFF, H.D.; VERESPEJ, E.; SMITH, A.K. A study of fat and air structures in ice cream. **International Dairy Journal**, Barking, v. 9, n. 11, p. 817-829, 1999.

GOWDA *et al.* Process optimization and oxidative stability of omega-3 ice cream fortified with flaxseed oil microcapsules. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 5, p. 1705-1715, 2018.

GRANGER, C. *et al.* Influence of formulation on the structural networks in ice cream. **International Dairy Journal**, v. 15, n. 3, p. 255-262, 2005.

HEINECK, B. K. Análise de ômega 3 em sorvete de tomate com semente de chia. Gestão Organizacional. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 5, n. 4, p. 121-126, 2013. Disponível em: <http://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/331>. Acesso em: 20 jun. 2022.

HOSCH, A. The State of the Global Ice Cream Market. **Kerry Group**, 2018. Disponível em: <https://www.kerry.com/insights/kerrydigest/2018/the-state-of-the-global-ice-cream-market>. Acesso em: 05 abr. 2022.

JARDINES, A. P. *et al.* Agave fructans as fat and sugar replacers in ice cream: Sensory, thermal and texture properties. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 108, p. 106032, nov. 2020.

JAVIDI, F.; RAZAVI, S. M. A. Rheological, physical and sensory characteristics of *light* ice cream as affected by selected fat replacers. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 12, p. 1872-1884, 2018.

KADAM, A.; DESHMUKH, R. Sugar-free ice cream market by type, form, end use and distribution channel: Global opportunity analysis and industry forecast 2021-2030. **Allied Market Research**, 2021. Disponível em: <https://www.alliedmarketresearch.com/sugar-free-ice-cream-market-A12446>. Acesso em: 12 jun. 2022.

KAMBAMANOLI-DIMOOU, A. Ice Cream: Microbiology. *In*: BATT, C. A.; TORTORELLO, M. L. **Encyclopedia of Food Microbiology**. 2 ed. [S.I.] ; Elsevier, 2014, p. 235-240.

KHAN, S. *et al.* Sucralose and maltodextrin - An alternative to low fat sugar free ice-cream. **Bioscience Biotechnology Research Communications**, Bopal, v. 11, 1 ed., p. 136-143, 2018.

KINGSLEY J., D. *et al.* Development of a Healthy and sugar-free Ice Cream with Antidiabetic activity. **International Research Journal of Engineering and Technology**, v. 7, 6 ed., p. 922-924, 2020.

KOEFERLI, C. R. K.; 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, n. 2, p. 69-79, 1996.

LÓPEZ-MARTÍNEZ, M. I.; MORENO-FERNÁNDEZ, S.; MIGUEL, M. Development of functional ice cream with egg white hydrolysates. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 25, p. 100334, 2021.

MACEDO, L. L.; VIMERCATI, W. C.; ARAÚJO, C. S. Fruto-oligossacarídeos: aspectos nutricionais, tecnológicos e sensoriais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, p. e2019080, 2020.

MARINS, A. R. Adição de fibra de colágeno na elaboração de sorvete cremoso. **Research, Society and Development**, [S.I.], v. 10, n. 13, p. e154101320743, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/20743>. Acesso em: 03 jun. 2022.

MELO *et al.* Sorvete de umbu e mangaba com propriedade funcional: processamento e caracterização. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 28, p. e021028, 2021. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8660077/27414>. Acesso em: 20 maio 2022.

MILLIATTI, M. C., **Estudo reológico de formulações para sorvetes produzidos com diferentes estabilizantes**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MORZELLE, M. C. *et al.* Caracterização físico-química e sensorial de sorvetes à base de frutos do cerrado. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, [S.I.], v. 67, n. 387, p. 70-78, jul./ago. 2012. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/253/263>. Acesso em: 29 jun. 2022.

MUNK, A. V.; RODRIGUES, F. C. **Produção de derivados de leite**: manteiga, ricota, doce de leite, sorvete, iogurte e bebida láctea. Viçosa: CPT, 1997, 88 p.

MUSE, M. R.; HARTEL, R. W. Ice Cream Structural Elements that Affect Melting Rate and Hardness. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 1, p. 1–10, 2004.

MUSSINATO, J. C. S. Sorvete com ômega 3 e farinha de jabuticaba. **FAG Journal of Health**, v. 2, n. 2, p. 244-251, 2020.

OLEJNIK, V. S. *et al.* XXIII Congresso de Iniciação Científica. Desenvolvimento de sorvete utilizando fibras de frutas cítricas como substituto de gordura. **Revista científica UMC**, Mogi das Cruzes, v. 5, n. 3, dez. 2020. Disponível em: <http://seer.umc.br/index.php/revistaumc/article/view/1428/881>. Acesso em: 04 jun. 2022.

PASSOS, L. M. L.; PARK, Y. K. Frutooligossacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 385-390, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/Dj7tvsNZMGdtJjZzrW75jmt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 29 jun. 2022.

PATIL, A. G.; BANERJEE, S. Variants of ice creams and their health effects. **MOJ Food Processing & Technology**, v. 4, n. 2, p. 58-64, 2017. Disponível em: <https://medcraveonline.com/MOJFPT/MOJFPT-04-00088.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2022.

PEREDA, J. A. O. *et al.* **Tecnologia de Alimentos: Componentes dos Alimentos e Processos**. Tradução de Fátima Murad. v. 1, Porto Alegre: Artmed, 2005, 294 p.

PEREIRA, C. **Propriedades funcionais de sorvete de morango diet com adição da enzima lactase e transglutaminase otimizada através da metodologia de superfície de Resposta**. Dissertação (Doutor em Ciências dos Alimentos) – Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

PINHO *et al.* Enriquecimento de sorvete com amêndoa de baru (*Dipteryx Alata Vogel*) e aceitabilidade por consumidores. **Revista Unimontes Científica**, Montes Claros, v. 17, n. 1, p. 39-49, jan./jun. 2015. Disponível em: <https://www.sindsorvete.com.br/wp-content/uploads/2021/02/ENRIQUECIMENTO-DE-SORVETE-COM-AMENDOADE-BARU-DIPTERYX-ALATA.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2022.

PINTO, S.; DHARAIYA, C. N. Development of a low fat sugar free frozen Dessert. **International Journal of Agricultural Sciences**, v. 4, n. 2, p. 90-101, 2014.

PORTELA, M. C. C. **Produção de sorvete dietético de leite de cabra, com característica simbiótica e avaliação do seu efeito funcional**. 2015. Tese (Doutor em Biotecnologia Industrial) – Programa de Pós-graduação Renorbio, Curso de Biotecnologia Industrial, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

POURSANI, P. Rheological, physical, and sensory properties of non-fat ice creams as affected by selected fat replacers. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 45, p. e15010, n. 1, 2020.

RAMOS, I. *et al.*; Desenvolvimento de sorvete com adição de leiteiro. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, p. 1-12, 2021.

REGO, R. A.; VIALTA, A.; MADI, L. F. C. Sorvetes industrializados: alimentação, bem-estar e nutrição. *In*: Instituto de Tecnologia de Alimentos (org.). **Alimento industrializados 2030**, 1 ed., São Paulo, 2021, 48p. Disponível em: <https://ital.agricultura.sp.gov.br/sorvetes/4/> Acesso em: 15 maio 2022.

RODRIGUES, A. P. *et al.* Elaboração de sorvete sabor chocolate com teor de gordura reduzido utilizando soro de leite em pó. **Vetor**, Rio Grande, v. 16, n. 1/ 2, p. 55-62, 2006. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/1764/ELABORACAO%20DE%20SORVETES.pdf?sequence=1>. Acesso em: 11 maio 2022.

SANTOS, G. G. SORVETE: processamento, tecnologia e substitutos de sacarose. *In*: SAZIMA, C. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 13, n. 2, Campo Grande, p. 95-109, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26015684001>. Acesso em: 22 maio 2022.

SHAVIKLO, A. R.; SEYED-NEJAD, S. R.; MAHDAVI, A. H.R. Determination of optimum level of omega-3 fish oil plus vitamin E and their effects on oxidative and sensory shelf stability in a traditional Persian ice cream formulation using a computer-aided statistical programme. **Iranian Journal of Fisheries Sciences**, v. 19, n. 1, p. 151-166, 2018.

SILANTJEVA, K.; ZAGORSKA, J.; GALOBURDA, R. Physicochemical and Rheological Properties of Non-fat Ice cream. **Proceedings of the latvian academy of Sciences**, v. 76, n. 1, p. 138-144, 2022.

SILVA, K.; BOLINI, H. M. A. Avaliação sensorial de sorvete formulado com produto de soro ácido de leite bovino. **Ciências e Tecnologia Alimentar**, Campinas v. 26, n. 1, jan./mar. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/gNH7QN4GxBJbMmLrgrQLngh/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 jun. 2022.

SILVEIRA, D. C. S. R.; MOREIRA, E. E. Efeitos da utilização do ômega-3 no processo de envelhecimento: Uma revisão. **Revista Científica FacMais**, Monte Alegre, v. 8, n. 1, 2017. Disponível em: <https://revistacientifica.facmais.com.br/wp-content/uploads/2017/04/5-EFEITOS-DA-UTILIZA%C3%87%C3%83O-DO-%C3%94MEGA-3-NO-PROCESSO-DE-ENVELHECIMENTO-UMA-REVIS%C3%83O.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2022.

SIPPLE, L. R. Consumer perception of ice cream and frozen desserts in the “*better-for-you*” category. **Journal of Dairy Science**, v. 105, p. 154-169, 2022.

SMITH, K. W. Specialty oils and fats in ice cream. *In*: TALBOT, G. **Specialty oils and fats in food and nutrition: properties, processing and application**. 1 ed. [S. I.] ; Elsevier, 2015, p. 271- 284.

SOUKOULIS, C.; LEBESI, D.; TZIA, C. Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena. *In*: FINGLAS, P. **Food Chemistry**, Norwich, v. 115, 2 ed., p. 665-671, 2008.

SOUZA, J. C. B. de *et al.* Sorvete: composição, processamento e viabilidade da adição de probiótico. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n.1, p. 155-165, jan./mar. 2010. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewArticle/1401>. Acesso em: 03 mar. 2022.

SYED, Q. A. *et al.* Effects of different ingredients on texture of ice cream. **Journal of Nutritional Health & Food Engineering**, v. 8, n. 6, p.422-435, 2018.

TEMIZ, H.; YEŞILSU, A. F. Effect of pekmez addition on the physical, chemical, and sensory properties of ice cream. **Czech Journal of Food Science**, v. 28, n. 6, p. 538-546, 2010.

THARP, B. W. O efeito da concentração por congelamento nas propriedades dos sorvetes. **Tharp's food Technology**, p. 20-28. Disponível em:

http://www.insumos.com.br/sorvetes_e_casquinhas/materias/78.pdf. Acesso em: 03 maio 2022.

TRGO, C. Factors affecting texture of ice cream. *In*: MACKENNA, B. M. **Texture in food: semi-solid foods**. 1 ed., Boca Raton ; CRC Press, 2003, p. 373-388.

ULLAH, R.; NADEEM, M.; IMRAN, M. Omega-3 fatty acids and oxidative stability of ice cream supplemented with olein fraction of chia (*Salvia hispanica* L.) oil. **Lipids in Health and Disease**, v. 16, n. 34, p.16-34, 2017.

VIEIRA, J. N. *et al.* Estudo de propriedades físicas de sorvete soft serve durante a estocagem. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e8229108334, 2020.

VLIET, T. V.; WALSTRA, P. Sistemas dispersos: considerações básicas. *In*: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. (org.). **Química de Alimentos de Fennema**. Porto Alegre: Artmed, 2019. p. 465-536.