



**INSTITUTO
FEDERAL**
Brasília

Instituto Federal de Brasília
Campus Gama
Curso Superior de Tecnologia em Alimentos

CLÁUDIA RIBEIRO DE MESQUITA SANTIAGO

**AVALIAÇÃO SENSORIAL DE GELADOS COMESTÍVEIS FERMENTADOS POR
KEFIR DE LEITE, COM EMULSIFICANTES NATURAIS, COM OU SEM ADIÇÃO DE
AÇÚCAR**

Brasília
2023

CLÁUDIA RIBEIRO DE MESQUITA SANTIAGO

**AVALIAÇÃO SENSORIAL DE GELADOS COMESTÍVEIS FERMENTADOS POR
KEFIR DE LEITE, COM EMULSIFICANTES NATURAIS, COM OU SEM ADIÇÃO DE
AÇÚCAR**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do *Campus* Gama do Instituto Federal de Brasília como requisito parcial para obtenção de título de Tecnóloga em Alimentos

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Mariana Schievano Danelon

Brasília
2023

Santiago, Cláudia Ribeiro de Mesquita.

Avaliação sensorial de gelados comestíveis fermentados por kefir de leite, com emulsificantes naturais, com e sem adição de açúcar / Cláudia Ribeiro de Mesquita Santiago ; orientação Mariana Schievano Danelon. — Gama, DF: 2023.

60 f. : 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) — Instituto Federal de Brasília, Campus Gama, Gama, DF, 2023.

Orientador(a): Mariana Schievano Danelon.

1. Adoçante. 2. Consumidor. 3. Edulcorante. 4. Kefir. 5. Sorvete. I. Danelon, Mariana Schievano , orient. II. Instituto Federal de Brasília. III. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília

PARECER 15/2023 - GA-GRAD-TA/CGEN/DREP/DGGA/RIFB/IFBRASILIA de 25 de julho de 2023

CLÁUDIA RIBEIRO DE MESQUITA SANTIAGO

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE GELADOS COMESTÍVEIS FERMENTADOS POR KEFIR DE LEITE, COM EMULSIFICANTES NATURAIS, COM OU SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do *Campus* Gama do Instituto Federal de Brasília como requisito parcial para obtenção de título de Tecnóloga em Alimentos.

Aprovado em 25 de julho de 2023

BANCA EXAMINADORA

(Assinado eletronicamente)

Profa. Dra. Mariana Schievano Danelon (orientadora)

IFB – Campus Gama

(Assinado eletronicamente)

Profa. Dra. Abiah Narumy Ido de Abreu e Nery - Membro interno

IFB – Campus Gama

(Assinado eletronicamente)

Me. Mirtza Fúlvia Maggioli - Membro interno

IFB – Campus Gama

Documento assinado eletronicamente por:

- **Mariana Schievano Danelon, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 25/07/2023 16:15:08.
- **Abiah Narumy Ido de Abreu e Nery, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 25/07/2023 16:16:37.
- **Mirtza Fulvia Maggioli, TECNICO DE LABORATORIO AREA**, em 25/07/2023 16:16:45.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 25/07/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 477262

Código de Autenticação: 7874855cf6



Campus Gama
Lote 01, DF 480, None, Setor de Múltiplas
Atividades, GAMA / DF, CEP 72.429-005

Dedico esse trabalho aos meus pais Francisco e Francisca (*in memoriam*), com todo o meu amor e gratidão.

AGRADECIMENTOS

Depois de tantas altos e baixos nos primeiros e últimos meses de minha vida acadêmica, dos problemas que enfrentei e das conquistas que também vieram, gostaria, hoje, de agradecer a todos aqueles que estiveram ao meu lado batalhando comigo, me dando apoio e incentivo.

Em primeiro lugar, a Deus, por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho e durante os meus anos de estudos.

Aos meus filhos e marido, por todo o apoio, pela ajuda, incentivo nos momentos difíceis e pela compreensão da minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

À professora Mariana Schievano Danelon, por ter acreditado em mim, por ter sido minha orientadora e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade. Por ter me dado confiança, apoio e motivação quando eu mais precisei.

Aos professores, por todos os conselhos, pela ajuda, pela paciência com a qual guiaram o meu aprendizado e também pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho ao longo do curso.

Aos meus colegas de turma, por compartilharem comigo tantos momentos de descobertas e aprendizado, em especial a Andrea, Sara Carolina e ao Wanderson por todo companheirismo, ajuda e amizade ao longo deste percurso.

À equipe da biblioteca do IFB-*Campus* Gama, com quem convivi intensamente ao longo dos últimos meses e que contribuíram com apoio, carinho, paciência e diversos recursos para a realização deste trabalho.

RESUMO

Gelados fermentados possuem microrganismos em sua composição que, além de benefícios à saúde, contribuem com características sensoriais diferenciadas. Pode ser interessante para os consumidores, especialmente para o público mais atento à saúde, o consumo de um gelado fermentado por kefir, com a substituição de ingredientes industrializados, tradicionais em sorvetes, por ingredientes mais naturais, incluindo a substituição total da sacarose por edulcorantes. O objetivo do trabalho foi avaliar a aceitação sensorial de quatro formulações de gelados fermentados por kefir, com emulsificantes naturais (albedo de maracujá, chia e linhaça dourada), saborizados com polpa de maracujá, sendo uma com sacarose e três sem adição de açúcar, com edulcorantes sucralose, xilitol e eritritol. Todas as formulações tiveram como base o leite fermentado por kefir, obtido a partir da fermentação de 15% de grãos de kefir em leite UHT durante 18 horas a 25°C (\pm 2°C). O gel de pectina foi extraído do albedo de maracujá. Os géis de chia e de linhaça foram obtidos a partir da cocção das sementes em leite e filtração. Para identificar a aceitação sensorial, 27 provadores avaliaram os 4 gelados quanto à aparência, sabor, aroma, textura e aceitação de forma global, utilizando-se escala hedônica de 9 pontos (variando de 1 = desgostei muitíssimo a 9 = gostei muitíssimo), e realizaram o teste de doçura ideal, utilizando escala de 5 pontos (sendo 1 = muito menos doce que o ideal e 5 = muito mais doce que o ideal). Entre os resultados, em termos de aceitação global, não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) entre gelados com sacarose e com xilitol (média de 8,0, “gostei muito”) e estes foram significativamente mais bem aceitos que os gelados com sucralose e com eritritol, que não diferiram entre si (média de 7,0, “gostei moderadamente”). Para o eritritol, o que desagradou os provadores, em relação à sacarose, foi o sabor. Já a sucralose, quando comparada à sacarose, desagradou em termos de aparência, textura e sabor. Para os gelados com sacarose e com xilitol, cerca de 60% dos provadores indicaram que o grau de doçura estava ideal para este tipo de produto. Conclui-se que o xilitol parece ser o melhor substituto da sacarose, não diferindo desta em todos os parâmetros avaliados. Sugere-se que uma combinação de xilitol com outros edulcorantes seja testada sensorialmente, a fim de tornar a formulação mais atrativa economicamente para o consumidor.

Palavras-chave: adoçante; consumidor; edulcorante; kefir; sorvete.

ABSTRACT

Fermented ice creams contain microorganisms in their composition that, in addition to health benefits, contribute to distinctive sensory characteristics. It may be of interest to consumers, especially those more health-conscious, to consume a kefir-fermented ice cream with the substitution of industrialized ingredients typically found in traditional ice creams with more natural ingredients, including the complete replacement of sucrose with sweeteners. The aim of the study was to assess the sensory acceptance of four formulations of kefir-fermented ice creams with natural emulsifiers (passion fruit peel, chia, and golden flaxseed), flavored with passion fruit pulp, one with sucrose and three without added sugar, using sucralose, xylitol, and erythritol as sweeteners. All formulations were based on kefir-fermented milk, obtained by fermenting 15% kefir grains in UHT milk for 18 hours at 25°C ($\pm 2^\circ\text{C}$). Pectin gel was extracted from passion fruit peel. Chia and flaxseed gels were obtained by cooking the seeds in milk and filtering. To assess sensory acceptance, 27 tasters evaluated the four ice creams for appearance, flavor, aroma, texture, and overall acceptance, using a 9-point hedonic scale (ranging from 1 = disliked extremely to 9 = liked extremely), and conducted the ideal sweetness test using a 5-point scale (where 1 = much less sweet than ideal and 5 = much sweeter than ideal). Among the results, in terms of overall acceptance, there were no significant differences ($p > 0.05$) between ice creams with sucrose and xylitol (average of 8.0, "liked very much"), and these were significantly better accepted than ice creams with sucralose and erythritol, which did not differ from each other (average of 7.0, "liked moderately"). For erythritol, what displeased the tasters compared to sucrose was the flavor. On the other hand, sucralose, when compared to sucrose, was disliked in terms of appearance, texture, and flavor. For ice creams with sucrose and xylitol, about 60% of tasters indicated that the level of sweetness was ideal for this type of product. In conclusion, xylitol seems to be the best substitute for sucrose, not differing from it in all evaluated parameters. It is suggested that a combination of xylitol with other sweeteners be sensory tested, in order to make the formulation more economically attractive to the consumer.

Keywords: consumer; ice cream; kefir; sugar; sweetener.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais benefícios para a saúde associados ao kefir e as frações ou partes do kefir responsáveis por esses benefícios.....	22
Figura 2 - Etapas de detoxificação e preparo do gel do albedo do maracujá.....	36
Figura 3 - Preparo dos géis de chia e linhaça dourada	37
Figura 4 - Fluxograma de produção dos gelados fermentados por kefir, com a adição de emulsificantes naturais, com sacarose ou com a substituição desta por edulcorantes.....	39
Figura 5 - Teste de ideal de doçura para os gelados fermentados por kefir, com emulsificantes naturais, com e sem adição de açúcar	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Informações sobre os edulcorantes utilizados nesta pesquisa nas formulações sem adição de sacarose	26
Tabela 2 - Caracterização físico-química dos gelados fermentados, com e sem adição de açúcar	42
Tabela 3 - Aceitação sensorial dos gelados fermentados por kefir, com emulsificantes naturais, com ou sem adição de açúcar	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

(m/m): (massa de soluto) / (massa de solução)

(v/v): (volume/volume)

ANOVA: Análise de Variância

ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária

BAL: Bactérias lácticas

CO₂: Dióxido de carbono ou Gás carbônico

FAO/ WHO: Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura/

World Health Organization, OMS: Organização Mundial da Saúde

IDA: Ingestão Diária Aceitável

IFB: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília

INS: International Numbering System

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

PPM: Partes por milhão

RDC: Resolução da Diretoria Colegiada

TGS: Tricloro-Galacto-Sacarose ou Sucralose

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo Geral	14
2.2 Objetivos específicos	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 Gelados comestíveis	15
3.2 Kefir	19
3.3 Açúcares e edulcorantes	25
3.3.1 Sacarose	25
3.3.2.1 <i>Polióis</i>	27
3.3.2.1.1 <i>Xilitol</i>	27
3.3.2.1.2 <i>Eritritol</i>	28
3.3.2.2 <i>Sucralose</i>	29
3.4 Emulsificantes naturais	30
3.4.1 Albedo do maracujá	30
3.4.2 Chia	31
3.4.3 Linhaça	32
3.5 Análise sensorial	32
3.5.1 Método afetivo	33
3.5.1.1 <i>Teste de aceitação</i>	34
3.5.1.2 <i>Teste de ideal de doçura</i>	34
4 METODOLOGIA	35
4.1 Matérias-primas	35
4.2 Preparo do leite fermentado por kefir	35
4.3 Preparo dos emulsificantes naturais	35
4.4 Preparo das formulações de gelados comestíveis	37
4.5 Caracterização dos gelados comestíveis	39
4.5.1 Análises físico-químicas	39
4.5.1.1 <i>pH</i>	39
4.5.1.2 <i>Teor de sólidos solúveis totais (°Brix)</i>	39
4.5.2 Análise sensorial	40
4.5.2.1 <i>Teste de aceitação</i>	40
4.5.2.2 <i>Teste de ideal de doçura</i>	40
4.6 Análises estatísticas	41

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5.1 Resultados físico-químicos.....	42
5.2 Resultados da análise sensorial	44
5.2.1 Teste de aceitação	44
5.2.2 Teste ideal de doçura.....	47
6 CONCLUSÕES	50
REFERÊNCIAS.....	51
APÊNDICE A — MODELO DA FICHA ENTREGUE AOS PROVADORES PARA REALIZAÇÃO DOS TESTES SENSORIAIS DE ACEITAÇÃO E IDEAL DE DOÇURA.....	59

1 INTRODUÇÃO

Gelados comestíveis compreendem uma variedade de produtos, incluindo sorvetes de massa, picolés, sorbet, sherbet, frozen iogurte, paletas, gelatos, entre outros. São emulsões de gorduras e proteínas ou misturas de água e açúcares consumidas em sua forma congelada, apresentando diversidade de formulações, sabores e composição nutricional.

Apesar de serem produtos bastante populares e apreciados, o consumo *per capita* de gelados comestíveis no Brasil ainda é consideravelmente baixo, em relação ao de muitos países. Em 2015, o mercado de sorvetes no país contava com cerca de 8 mil empresas, 90% destas sendo micro ou pequenas, que geravam um faturamento anual superior a R\$ 4 bilhões (RENHE *et al.*, 2015).

Entre as tendências do setor, têm aumentado a demanda e a oferta de gelados com características mais naturais, utilizando ingredientes frescos, por exemplo, as frutas regionais, e que possuam menor teor de açúcares e gorduras. De acordo com Renhe *et al.* (2015), enquanto em outros países o sorvete é considerado um alimento rico nutricionalmente, no Brasil ele ainda é visto como uma guloseima, especialmente em função dos teores altos em açúcares e baixos em sólidos lácteos.

Uma forma de tornar o sorvete mais atrativo do ponto de vista nutricional é a adição de leite fermentado em sua formulação. Exemplo é o frozen iogurte, fabricado a partir da fermentação do leite por *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilous*, e cujo consumo tem aumentado no país. Seu sabor distinto possibilita a inclusão de frutas, enriquecendo seu valor nutricional, além de possibilitar a incorporação de outras culturas probióticas (RENHE *et al.*, 2015).

Entre os leites fermentados, tem sido testado o emprego do kefir em gelados comestíveis. O leite fermentado por kefir caracteriza-se como o produto resultante da fermentação de espécies dos gêneros *Leuconostoc*, *Lactococcus* e *Acetobacter*, com produção de ácido láctico, etanol e dióxido de carbono (BRASIL, 2007). O resultado é a formação de compostos que não estavam presentes no leite, como ácidos orgânicos, peptídeos, vitaminas e polissacarídeos como o kefirano, que melhoram as propriedades reológicas do leite fermentado, além de estarem associados a efeitos benéficos à saúde, com propriedades probióticas, antioxidantes e anticancerígenas (PLETSCH *et al.*, 2019).

No presente trabalho, buscou-se elaborar um sorvete com leite fermentado a partir dos grãos de kefir, com características próximas a de um frozen iogurte, porém com fermentação distinta, por conta dos diferentes tipos de microrganismos presentes no iogurte e no kefir. A hipótese era a de que a adição do kefir contribuiria com características sensoriais únicas para o sorvete, além de trazer benefícios à saúde pelo provável efeito probiótico.

Sendo assim, foram desenvolvidas formulações de gelados comestíveis com a adição de leite fermentado por kefir. Além disso, buscou-se realizar duas modificações nos ingredientes tradicionalmente utilizados na produção industrial de sorvetes: a primeira foi a substituição de emulsificantes e estabilizantes comerciais, que possuem gorduras e açúcares em sua composição, por géis extraídos do albedo do maracujá, chia e linhaça dourada.

A segunda modificação foi a substituição total da sacarose adicionada por edulcorantes polióis (xilitol e eritritol) e sucralose. Os dois primeiros são classificados como edulcorantes naturais, de baixa intensidade (poder adoçante inferior ou igual ao da sacarose). Já a sucralose é um edulcorante artificial de alta intensidade, com poder adoçante igual a 600 vezes o da sacarose.

No desenvolvimento de novos produtos, a análise sensorial possui aplicação fundamental, seja como ferramenta decisória durante as etapas de fabricação, seja no teste de mercado, onde se estuda a preferência ou aceitabilidade do produto junto ao potencial público consumidor (DUTCOSKY, 2019).

Com o presente trabalho, buscou-se avaliar sensorialmente diferentes formulações de gelados fermentados por kefir, com emulsificantes naturais, com ou sem adição de açúcar. Justifica-se o estudo pelo interesse crescente da população por produtos com características sensoriais diferenciadas, mais saudáveis do ponto de vista nutricional, e por seus possíveis benefícios à saúde em comparação ao sorvete tradicional.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a percepção sensorial de amostra de consumidores quanto ao grau de doçura ideal e à aceitação de formulações de gelados comestíveis fermentados por kefir de leite, com emulsificantes naturais, com ou sem adição de açúcar, saborizados com polpa de maracujá.

2.2 Objetivos específicos

- Elaborar quatro formulações de gelados comestíveis fermentados por kefir de leite com emulsificantes naturais, saborizadas com polpa de maracujá, sendo uma preparada com sacarose e as outras com a substituição desta pelos edulcorantes: xilitol, eritritol ou sucralose;
- Caracterizar as diferentes formulações por meio das análises de pH e de sólidos solúveis totais (°Brix);
- Identificar, por meio de testes sensoriais afetivos, se provadores não treinados percebem diferenças entre as formulações em termos de aceitação e de doçura ideal.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Gelados comestíveis

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa, por meio da RDC nº 267, de 25 de setembro de 2003, gelados comestíveis são “produtos alimentícios obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas, com ou sem a adição de outros ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias, que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante o armazenamento, o transporte, a comercialização e a entrega ao consumo”(ANVISA, 2003).

O sorvete é classificado como um gelado comestível, sendo um alimento amplamente conhecido e fabricado em praticamente todos os países. Disponível em grande variedade de sabores e formatos, o sorvete é uma mistura extremamente complexa, apresentando características de diversos sistemas. Trata-se de uma mistura heterogênea que combina emulsão, gel, suspensão e espuma, cuja coesão é mantida por meio do processo de congelamento (ORDÓÑEZ, 2005; COSTA *et al.*, 2017).

Ao incorporar ar, forma-se uma espuma, composta por fases distintas. As bolhas de ar (gás) são envolvidas por cristais de gelo (sólido), havendo, ainda, uma fase líquida na qual estão dispersos glóbulos de gordura individualizados ou parcialmente fundidos (grânulos gordurosos) e cristais de lactose, as proteínas do leite em estado coloidal, os açúcares, sais do leite insolúveis, estabilizantes e sais solúveis em solução. A presença dos glóbulos de gordura parcialmente fundidos e sua ligação com as bolhas de ar conferem ao sorvete uma textura firme mesmo após a fusão dos cristais de gelo, o que desempenha um papel essencial na experiência de mastigação. Essa complexidade estrutural do sorvete contribui para sua textura, cremosidade e características sensoriais únicas, que são apreciadas pelos consumidores (ORDÓÑEZ, 2005; COSTA *et al.*, 2017).

O elemento fundamental de um sorvete é o leite, constituindo 60% da mistura; seguindo em ordem de relevância quantitativa a adição de açúcares, gorduras, proteínas, polpa de frutas, água, estabilizantes/emulsificantes e outros. As principais funções exercidas pelos componentes mencionados, de acordo com Carneiro (2019), Ordóñez (2005) e Costa *et al.* (2017), são:

- Água, que é a fase contínua: hidrata os estabilizantes e solubiliza os demais sólidos. No processo de congelamento, deseja-se a formação de cristais de gelo, que são indispensáveis para dar consistência e a sensação de frescor ao sorvete. No entanto, é importante que eles não sejam muito grandes para evitar a sensação de arenosidade na boca, por isso busca-se realizar o congelamento rápido em equipamento industrial.
- Produtos lácteos: o leite é a fonte principal, pode ser *in natura* ou em pó (integral ou desnatado), soro de leite, leite condensado, creme de leite.
- Gordura: é o mais importante veículo de aroma e sabor, confere cremosidade ao sorvete e fornece uma textura suave, dando corpo à mistura por meio de seus grânulos. Pode ser de origem láctea ou vegetal.
- Extrato seco desengordurado: essencial para a palatabilidade, está relacionado à intensidade e ao tempo de permanência do sabor na boca, devido ao seu teor de sólidos. Além disso, ele ajuda a diminuir o ponto de congelamento e aumentar a viscosidade do líquido restante. É composto principalmente por proteínas e lactose. As proteínas estabilizam as bolhas de ar e os glóbulos de gordura, sendo importantes para a textura e a consistência.
- Açúcares: proporcionam o sabor doce ao sorvete, fixam os compostos aromáticos e reduzem sua volatilização, resultando em uma sensação de sabor mais duradoura. Além disso, eles contribuem para o aumento da viscosidade e para a diminuição do ponto de congelamento. Principais açúcares utilizados na indústria: sacarose e xarope de glicose de milho.
- Estabilizantes: têm a função de unir todos os elementos da mistura, retêm água, immobilizando-a dentro de estrutura de gel ou aumentando de volume quando hidratados, favorecendo a formação de microbolhas de ar contribuindo no corpo e textura. É importante utilizá-los na proporção correta para inibir a formação de cristais grandes de gelo e evitar um sabor amargo. Os estabilizantes comerciais são em sua maioria gomas e/ou pectinas; além disso, a gelatina é um estabilizante protéico. As gomas mais utilizadas são os alginatos, a carboximetilcelulose e os carragenos.
- Emulsificantes: são substâncias derivadas de gordura ou ácidos graxos que modificam as propriedades de superfícies dos líquidos não miscíveis, como

água e óleo, reduzindo a tensão entre as duas fases, tornando-a estável. Além de homogeneizar e emulsionar a massa, conferir resistência ao derretimento, contribuem no "overrun" (quantidade de ar incorporada ao sorvete durante a batidura), ocasionando em uma massa com uma textura suave e macia. Os emulsificantes mais usados são de dois tipos: os monoacilgliceróis e diacilgliceróis; e os ésteres de sorbitana, polisorbatos e lecitina. Durante o "overrun" há incorporação de bolhas de ar, que desempenham três funções especiais no sorvete: tornam-no mais leve e fácil de digerir, proporcionam maciez ao produto e atuam como isolante de frio, tornando possível o consumo do sorvete. O ar se encontra disperso através da emulsão água-gordura, que é constituída de água líquida, cristais de gelo e glóbulos solidificados.

- Polpa de fruta: saboriza e enriquece a formulação, agregando valor ao produto.
- Aromas, corantes e acidulantes: são adicionados para realçar o sabor e a cor do sorvete, conferindo-lhe o aspecto desejado. Podem ser naturais ou artificiais. Os acidulantes também contribuem para a sensação de frescor na boca ao reduzirem o pH da mistura (CARNEIRO, 2019; ORDÓÑEZ, 2005; COSTA *et al.*, 2017).

A fabricação do sorvete pode ser dividida em duas etapas principais: a produção da calda e as operações de congelamento.

A produção da calda envolve a combinação dos ingredientes, sua dissolução para a fabricação, pasteurização, homogeneização, resfriamento e maturação. Inicialmente, os ingredientes sólidos e líquidos são misturados em cuba de agitação e aquecidos gradualmente à temperatura de 50 - 60°C para dissolução dos componentes e sua correta distribuição na massa, que deve ser pasteurizada a 80°C por 25 segundos para eliminar microrganismos. Após a pasteurização, a mistura é rapidamente resfriada e mantida sob refrigeração para maturação da calda, durante 2 a 24 horas para a hidratação de proteínas e estabilizantes e para completar a cristalização da gordura. Depois da maturação, a mistura é acrescida dos demais ingredientes, como corantes, aromas e sucos de frutas. Até esta etapa, a estrutura do sorvete está parcialmente feita, com a formação das gotículas de gordura (COSTA *et al.*, 2017).

Posteriormente, procede-se ao congelamento, que abrange o batimento/congelamento da calda, a adição à embalagem, o endurecimento, a estocagem e a distribuição do sorvete. O congelamento é realizado concomitantemente à batadura, diminuindo a temperatura para -4 a -7°C em segundos, que formam minúsculos cristais de gelo, não detectáveis na boca, proporcionando a consistência cremosa e macia do produto. O sorvete é então envasado ainda mole e fluido (-7°C), para adquirir o formato das embalagens definitivas. Depois de embalado, o sorvete endurece com a redução da temperatura, em câmaras frias ou em túneis de congelamento com ar forçado ou espiral (com emprego de temperaturas de - 25° a - 40°C). A estocagem deve ser realizada em câmaras frias, sendo recomendado que a temperatura não ultrapasse os -18°C, para uma boa conservação e manutenção dos produtos (COSTA *et al.*, 2017; FELLOWS, 2019; DAMODARAN; PARKIN, 2019; ORDÓÑEZ, 2005; CARNEIRO, 2019). É importante garantir ainda que, após o endurecimento, não ocorram flutuações bruscas de temperatura, pois isso pode afetar negativamente a textura do sorvete, levando à formação de grandes cristais de gelo (ARAÚJO *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2017).

Uma das inovações na produção de sorvetes é a inclusão de leites fermentados na sua composição. Este tipo de produto vem sendo comercializado com apelo de produto mais saudável, com efeito probiótico pela presença de microrganismos viáveis no produto. Exemplo é o frozen iogurte, que é caracterizado como um sorvete de iogurte, ou seja, apresenta características físicas do sorvete, mas com propriedades sensoriais e nutricionais do iogurte, tornando-o mais leve e menos calórico. Devido ao seu baixo pH, possui um pronunciado sabor ácido (PINTO, 2012).

Quando comparado ao sorvete tradicional, o frozen iogurte, além de apresentar aspectos nutricionais diferenciados, possui características tecnológicas distintas. Sua textura é um pouco mais fluida e macia, além de não ser totalmente congelada. As propriedades sensoriais desse produto são um pouco diferentes dos sorvetes convencionais, especialmente devido à presença do ácido láctico, que confere um sabor levemente ácido e refrescante. Além disso, durante a fermentação (etapa exclusiva no frozen), ocorre uma hidrólise parcial da lactose presente no produto, o que melhora a sua digestibilidade. Enquanto o “overrun” no sorvete é de

aproximadamente 120%, no frozen é de até 50%, devido a menor quantidade de gordura e lactose presente neste último (COSTA *et al.*, 2017).

A fabricação do frozen iogurte segue etapas similares à produção de sorvetes em geral. Inclui seleção de matérias-primas, mistura dos ingredientes, tratamento térmico da calda e homogeneização. Após essas etapas, a cultura de *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* é adicionada à mistura base, que é mantida a 40-45°C por 4-5 horas para fermentação. Após esta etapa, ocorre refrigeração e maturação a temperaturas de 0°C a 4°C por até 4 horas. Em seguida, o produto é aromatizado e congelado, adicionando-se edulcorantes, aromatizantes e corantes. Durante o congelamento, a massa é agitada para alcançar o “overrun” desejado. O produto final é embalado e armazenado em congelador, sendo fundamental um congelamento rápido para formar cristais de gelo pequenos, o que proporciona uma textura suave ideal (COSTA *et al.*, 2017).

3.2 Kefir

Kefir é uma bebida resultante de fermentação, caracterizada por ser ácida, viscosa, levemente carbonatada e por conter pequenas quantidades de álcool, sendo tradicionalmente produzida usando os grãos do kefir (LEITE, 2015). O sabor característico da bebida kefir é resultado de uma combinação de ácido láctico, etanol, dióxido de carbono e outros compostos aromáticos, como o acetaldeído. Essa mistura de sabores é alcançada devido à atividade metabólica simbiótica de diferentes espécies de bactérias lácticas e leveduras (MAGALHÃES *et al.*, 2011).

De acordo com o Codex Standard, a definição de kefir é baseada em sua composição microbiológica fundamental, estabelecendo que uma colônia de kefir deve necessariamente possuir:

Cultura inicial preparada a partir de grãos de kefir, *Lactobacillus kefir*, espécies dos gêneros *Leuconostoc*, *Lactococcus* e *Acetobacter*, crescendo em uma forte relação específica. Os grãos de kefir constituem ambas as leveduras fermentadoras de lactose (*Kluyveromyces marxianus*) e leveduras não fermentadoras de lactose (*Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces exiguus*). (WHO, 2003, p. 1).

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados, nº 46/2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2007), o kefir é definido como:

Produto cuja fermentação se realiza com cultivos ácido-lácticos elaborados com grãos de Kefir, *Lactobacillus kefir*, espécies dos gêneros *Leuconostoc*, *Lactococcus* e *Acetobacter* com produção de ácido láctico, etanol e dióxido

de carbono. Os grãos de Kefir são constituídos por leveduras fermentadoras de lactose (*Kluyveromyces marxianus*) e leveduras não fermentadoras de lactose (*Saccharomyces omnisporus* e *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces exiguus*), *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium sp* e *Streptococcus salivarius subsp thermophiles*. (BRASIL, 2007, p. 2).

A palavra Kefir tem origem turca, é uma derivação de *Keif*, que é o mesmo que sentir-se bem. Calcula-se que a origem do kefir remonte a mais de 2000 a.C. nas montanhas do Cáucaso, na Rússia, entre o Mar Negro e o Mar Cáspio. As tribos muçulmanas que viviam nessa região tinham o costume de passar os grãos apenas para familiares, pois o consideravam um presente de Alá, não permitindo que povos não muçulmanos desfrutassem desse conhecimento (FERREIRA, 2016; SANTOS, 2008).

Segundo Santos (2008), a vitalidade e a saúde desses povos foram atribuídas ao uso frequente e às propriedades medicinais e "milagrosas" da bebida kefir, o que atraiu no fim do século XIX a curiosidade dos russos pelo produto e seus benefícios. Após chegar em 1908 a Moscou, o kefir propagou-se para outras regiões. De acordo com Ganatsios *et al.* (2021), o consumo de kefir já é global e está em constante aumento. O kefir já é produzido de forma comercial no Canadá, Rússia, Alemanha, Romênia e Suécia, e nesses países a utilização é tão estimada pela população que, mesmo tendo o produto comercial a sua disposição, ainda o produzem em escala familiar para consumo próprio. Dessa forma, artesanal, o kefir é conhecido no Brasil e vem conquistando cada vez mais consumidores pelos seus benefícios à saúde, como suas propriedades funcionais, além de suas características sensoriais (FERREIRA, 2016; WESCHENFELDER, 2009; SANTOS, 2015).

Frequentemente descritos por muitos pesquisadores como massas gelatinosas de forma irregular e coloração esbranquiçada ou amarelada, os grãos de kefir apresentam aparência similar à couve-flor e diâmetro variando entre 3 a 35 mm. Esses grãos são compostos por uma comunidade simbiótica de bactérias ácido-láticas e ácido-acéticas, juntamente com leveduras e outros microrganismos, que são envolvidos por uma matriz de polissacarídeos conhecida como kefirian. Os grãos de kefir apresentam uma alta diversidade microbiológica, incluindo espécies de leveduras como *Kluyveromyces*, *Pichia* e *Saccharomyces*, além de bactérias do ácido láctico como *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* e *Streptococcus*. Também são encontradas bactérias do ácido acético e outros microrganismos ainda não identificados (ZANIRATI, 2012). Tudo isso contribui para a presença de uma

variedade de compostos voláteis nas amostras de kefir, o que confere ao produto características distintas como alimento (WESCHENFELDER, 2009; SANTOS, 2015; MACHADO, 2012; DERTILI; ÇON, 2017).

Os grãos possuem a habilidade de fermentar uma ampla variedade de alimentos, tais como o leite proveniente de diferentes animais, como vaca, cabra, ovelha e búfala, bem como água com açúcar mascavo, sucos de frutas e extrato de soja, entre outros. Para produzir a bebida, os grãos são adicionados diretamente ao substrato escolhido. O sabor e o aroma do kefir geralmente são resultados da atividade metabólica simbiótica das bactérias e leveduras naturalmente presentes nos grãos. Atualmente, existem dois tipos conhecidos de kefir: o de água e o de leite (SANTOS, 2012).

No kefir de leite, o sabor típico é atribuído à produção de ácido láctico pelas bactérias lácticas, que conferem uma sensação ácida e refrescante. Além disso, a presença de compostos carbonílicos, como acetona, diacetil e acetaldeído, contribui para a complexidade do sabor, sendo o acetaldeído considerado o componente principal (MAGALHÃES, 2011).

Ambos, kefir lácteo e não lácteo, são obtidos pela inoculação dos grãos de kefir nos substratos em condições específicas de temperatura e tempo. Durante a fermentação, as bactérias e leveduras dos grãos de kefir atingem os requisitos de cultivo adequados, levando ao aumento da biomassa dos grãos e à formação de diversos metabólitos. Ao final do processo, os grãos de kefir podem se multiplicar, liberando células viáveis no substrato, sendo então separados do kefir por peneiramento e reutilizados para a próxima fermentação (AZIZI, 2021).

As leveduras e bactérias que compõem o kefir produzem vários metabólitos, como bacteriocinas, ácidos orgânicos, polissacarídeos, entre outros, cada qual associado aos benefícios à saúde, quando consumido regularmente, conforme identificado no estudo de Bourrie *et al.* (2016) e que é apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Principais benefícios para a saúde associados ao kefir e as frações ou partes do kefir responsáveis por esses benefícios



Fonte: adaptado de Bourrie *et al.* (2016)

Entre os benefícios à saúde, associados ao consumo regular de kefir, podem ser mencionadas propriedades anticancerígenas, antioxidantes, anti-inflamatórias, antifibróticas, antimicrobianas e antidiabéticas. Adicionalmente, o consumo de kefir também pode contribuir para uma melhor digestão e tolerância à lactose. Além disso, evidências mais recentes reforçam a conexão entre as cepas probióticas de kefir, metabólitos biofuncionais, um sistema imunológico aprimorado e atividades antivirais (BOURRIE *et al.*, 2016). No entanto, é necessário conduzir ensaios clínicos sistemáticos para obter um melhor entendimento dos efeitos do consumo regular de kefir como parte de uma dieta e sua potencial influência na prevenção de doenças (ROSA *et al.*, 2017).

O kefir pode ser produzido pelo método tradicional artesanal ou industrial. A padronização tanto do kefir tradicional, preparado de forma artesanal em domicílio, quanto o fabricado em escala industrial, constitui um grande desafio, devido à heterogeneidade microbiológica dos grãos (WESCHENFELDER, 2009).

Vários pesquisadores têm buscado identificar uma relação ideal entre a quantidade de grãos e o substrato de fermentação, mas na prática as medidas

utilizadas no método tradicional são determinadas empiricamente e de acordo com a finalidade de utilização do kefir (ROSA *et al.*, 2017).

More *et al.* (2021) buscou padronizar a preparação da bebida de kefir pelo método tradicional, definindo a sequência das etapas da seguinte forma: 3% de grãos de kefir são adicionados em 1 litro (1L) de leite pasteurizado em um recipiente de vidro esterilizado. Na sequência, passa-se por um processo de fermentação a 22°C por 22 horas, até atingir um pH de 4,7; nesse período também ocorre o aumento do tamanho dos grãos em torno de 5%. Neste ponto, é realizada a homogeneização. Os grãos de kefir são separados do leite fermentado utilizando uma peneira e podem ser utilizados para uma próxima inoculação.

O kefir pode ser consumido fresco nesse estágio ou passar por uma etapa adicional chamada de maturação, que consiste em uma fermentação secundária onde o kefir resultante é armazenado de 4°C a 10°C permanecendo por 24 horas. Essa segunda maturação favorece o crescimento das leveduras, que são responsáveis por produzir álcool e gás carbônico CO₂, conferindo aroma e sabor específicos, resultando em uma bebida mais refrescante. Após esse período, o kefir estará pronto para ser consumido (WESCHENFELDER, 2009; SANTOS, 2012).

No método industrial, o cultivo do kefir envolve a inoculação do leite pasteurizado com 2-8% de culturas iniciadoras (bactérias ácido lácticas - LAB liofilizadas e leveduras de kefir). Em seguida, ocorre a fermentação a uma temperatura entre 18-24°C, no decorrer de 24 horas. Após esse período, o coágulo é separado e distribuído em garrafas. Para a maturação, o kefir é mantido a uma temperatura entre 3 a 14°C por mais 24 horas, embora esse processo seja opcional. A finalidade da maturação é permitir o crescimento de microrganismos, principalmente leveduras, e contribuir para o sabor característico da bebida (BESHKOVA *et al.*, 2002). Durante o armazenamento do produto a 4°C, é possível ocorrer a produção de CO₂ por bactérias heterofermentativas e leveduras, o que pode resultar no inchaço da embalagem do produto. Esse fato deve ser considerado ao escolher a embalagem adequada para o kefir (ROSA *et al.*, 2017; SARKAR, 2007).

Durante o processamento, ocorre uma fermentação dupla do leite (lática e alcoólica) por bactérias e leveduras, resultando na produção de um alimento rico em vários compostos, como ácidos láctico, acético e glicônico, álcool etílico, gás carbônico CO₂, vitamina B12, polissacarídeos e outros nutrientes. As bactérias

láticas desempenham um papel fundamental na conversão da lactose presente no leite em ácido láctico, o que leva à redução do pH e à preservação do leite. Durante o crescimento no leite, os grãos de kefir aumentam sua biomassa em cerca de 5 a 7% (WESCHENFELDER, 2009; LEITE *et al.*, 2013).

É possível modificar as características finais do kefir ao ajustar o tempo e a temperatura do processo fermentativo. Um aumento no tempo de fermentação em temperatura ambiente resultará em um produto mais ácido, enquanto um longo período de armazenamento em refrigeração resultará em um produto com maior teor alcoólico. Além disso, para uma redução significativa da lactose, é necessário fermentar o kefir por um período mais longo (SANTOS, 2012).

A composição físico-química do kefir varia, dependendo dos componentes utilizados em sua produção, tais como o tipo de leite, os grãos ou mistura de culturas, aditivos e a tecnologia empregada. De acordo com a literatura, os grãos de kefir possuem em média 90% de umidade, 3,0% de proteína, 0,2% de lipídios, 6,0% de açúcar, 0,7% de cinzas; todos esses valores dependentes da quantidade de grãos de kefir (FARNWORTH; MAINVILLE, 2003; PRADO *et al.*, 2015).

As características sensoriais da bebida fermentada por kefir também podem variar e dependerão das condições do processo. O kefir é conhecido por possuir um sabor característico, reminescente da levedura, e por proporcionar uma sensação efervescente na boca. Durante a fermentação do kefir, o ácido láctico, o etanol e o gás carbônico produzidos conferem à bebida sua viscosidade, acidez e baixo teor alcoólico. Além disso, os outros componentes menores encontrados, como diacetil, acetaldeído, etil, acetoína e outros compostos voláteis, minerais, aminoácidos essenciais, vitaminas, ácido fólico, bacteriocinas, peptídeos bioativos e alguns componentes nutracêuticos também contribuem para a composição do sabor (AZIZI, 2021; LEITE *et al.*, 2013; ORDÓÑEZ, 2005). De acordo com Magalhães *et al.* (2011), há uma composição volátil complexa nas amostras de kefir, formada principalmente por ácidos carboxílicos, seguidos de álcoois.

Outros fatores que também interferem no sabor e na composição nutricional do kefir envolvem a procedência dos grãos, o teor de gordura do leite utilizado, além dos períodos e temperaturas empregadas durante os processos de fermentação e maturação. Quando se utilizou um litro de leite integral inoculado com 5% de grãos de kefir, fermentado por 24 horas em temperatura ambiente e com período de maturação em refrigeração (5-10°C) por mais 24 horas, o pH variou entre 4,2 e 4,6,

a quantidade de etanol entre 0,5 e 2,0% (volume/volume-v/v), o ácido láctico de 0,8% a 1,0% e o dióxido de carbono (CO₂) entre 0,08% e 0,2% v/v (FERREIRA, 2016).

A composição físico-química e as características sensoriais conferidas pelo kefir fazem com que este seja cada vez mais utilizado em diversos produtos alimentícios, como bebidas, queijos, pães, molhos e sorvetes.

Pletsch *et al.* (2019) desenvolveram um gelado comestível à base de leite fermentado por kefir, chamado pelas autoras de “frozen kefir”, adicionado de polpas de jabuticaba e morango. As referidas autoras verificaram que o gelado apresentou aceitabilidade sensorial superior a 80% e manteve quantidades consideráveis de bactérias lácticas, bolores e leveduras durante o período de armazenamento avaliado, de 60 dias, concluindo que o produto era uma alternativa promissora, com potencial funcional.

3.3 Açúcares e edulcorantes

Desde a Pré-história, existem vestígios do uso de substâncias com propriedades adoçantes. Isso inclui tanto espécies naturais, como o mel, as polpas de figos e tâmaras até a descoberta de outras fontes naturais, como açúcar de cana-de-açúcar, de beterraba, e mais recentemente os aditivos alimentares, como adoçantes artificiais ou naturais, produzidos e comercializados com o intuito de substituir o açúcar (RIBEIRO *et al.*, 2020).

3.3.1 Sacarose

A sacarose é o açúcar de maior importância na alimentação humana, consistindo em uma molécula de glicose ligada a uma molécula de frutose. É comercialmente produzida a partir da cana-de-açúcar ou da beterraba, podendo ser encontrada em várias formas, como açúcar mascavo, açúcar branco (ou refinado) e açúcar de confeitaria. É altamente solúvel, sendo utilizada em soluções concentradas no processamento de alimentos ou comercializada como xarope. Além de ser um adoçante, a sacarose é utilizada como umectante, conservante, e pode ser hidrolisada de forma que os monossacarídeos que a compõem possam reagir com aminoácidos para produzir a cor e sabor característicos de alimentos tostados ou fritos.

Como a sacarose é calórica e seu consumo excessivo tem sido associado ao excesso de peso e a doenças crônico-degenerativas, a substituição desta por edulcorantes tem se tornado frequente entre a população.

3.3.2 Edulcorantes

A RDC nº 778/2023 e a Instrução Normativa nº 211/2023, da Anvisa, classificam os edulcorantes como aditivos alimentares, definindo-os como sendo:

(...) todo ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento. (ANVISA, 2023, p. 2).

Os principais aditivos edulcorantes permitidos no Brasil são: sorbitol, xilitol, eritritol, acessulfame-K, aspartame, ciclamato de sódio, isomaltitol, sacarina e seus sais, sucralose, neotame, lactitol, maltitol e esteviosídeo. Esses diferentes tipos de açúcares desempenham papéis importantes na nutrição e na culinária, sendo utilizados como fonte de energia e adoçantes em diversos alimentos e bebidas.

Na Tabela 1 são indicados os edulcorantes, com seu respectivo código de acordo com o International Numbering System (INS), os valores de Ingestão Diária Aceitável (IDA) e os valores de doçura relativa, considerando a sacarose como valor 1,0 de referência.

Tabela 1 - Informações sobre os edulcorantes utilizados nesta pesquisa nas formulações sem adição de sacarose

Substância Edulcorante	INS	Valores de doçura relativa ^a	IDA ^b
			Limite máximo g/100g ou g/100mL
Eritritol	968	0,7	quantum satis
Xilitol	967	1,0	<i>quantum satis</i>
Sucralose	955	600 - 800	0,02 - 0,04

^aValores de doçura relativa à sacarose, base em massa. Entretanto, a concentração e a matriz do alimento ou da bebida podem influenciar de modo significativo os valores reais de doçura relativa dos edulcorantes.

^bIngestão Diária Aceitável - IDA de acordo com a Anvisa, RDC nº 239, de 26 de julho de 2018.

Fonte: elaborado pela autora.

3.3.2.1 Polióis

Os polióis, álcoois polihídricos, são compostos obtidos por meio da hidrogenação de seus respectivos açúcares durante uma reação de redução. Alguns exemplos dessa classe e seus precursores são: xilitol-xilose, sorbitol-glicose, eritritol-eritritose, isomaltitol-isomaltulose, maltitol-maltose e lactitol-lactose. O processo de obtenção destes polióis e sua absorção pelo organismo não diferem significativamente entre si. Podem ser consumidos por diabéticos, pois são adoçantes naturais e dietéticos, no entanto, é necessária cautela no consumo, pois em excesso podem causar efeitos adversos, como diarreia e flatulência (GREMBECKA, 2018).

Conforme a RDC nº 727/2022, da Anvisa, em seu Art. 25, os alimentos que contenham polióis devem conter a advertência "Este produto pode ter efeito laxativo", em negrito, quando a previsão razoável de consumo diário for superior a vinte gramas de manitol, cinquenta gramas de sorbitol ou noventa gramas de outros polióis que possam ter efeito laxativo (ANVISA, 2022).

Tecnologicamente, os polióis são estáveis a altas temperaturas e a mudanças de pH, e são inertes às reações de Maillard; são geralmente hidrossolúveis, higroscópicos, com viscosidade moderada em água, agentes texturizantes e mediadores de cristalização de açúcar. Sendo usados para esses fins, a quantidade limite a ser adicionada deve seguir as boas práticas de fabricação. Os mais utilizados são sorbitol, manitol, isomaltitol, maltitol, lactitol, xilitol e eritritol (CAROCHO *et al.*, 2017).

3.3.2.1.1 Xilitol

O xilitol é um composto alcoólico encontrado de forma natural em frutas e vegetais em pequenas quantidades, e pode também ser produzido por certas bactérias e fungos. É produto da hidrogenação da xilose, que é obtida principalmente da hemicelulose de plantas como bétula e outras madeiras, cascas de amêndoas, espigas de milho, cogumelos, palha e subprodutos da produção de papel (GREMBECKA, 2018).

Os cristais de xilitol têm um calor específico bastante negativo em solução, o que produz uma sensação refrescante na boca. Essa refrescância torna o xilitol um ingrediente preferencial em balas de menta e gomas de mascar sem açúcar. Seu

poder adoçante é semelhante ao da sacarose, é tido como o poliol mais doce e de sabor agradável. O xilitol é conhecido por estimular a salivação, o que aumenta a limpeza dos dentes e reduz a carga bacteriana na boca, contribuindo assim para a prevenção da cárie dentária, porém pode possuir efeitos adversos, como desconforto abdominal, dor, diarreia e acúmulo de gases (DAMODARAN; PARKIN, 2019).

O xilitol foi sintetizado pela primeira vez em 1891 e é utilizado como adoçante desde a década de 60, sendo empregado nas indústrias alimentícia, farmacêutica, nutracêutica e de cosméticos. No mercado alimentício, compõe gomas de mascar, balas, confeitos, compotas, caramelos, chocolates, geleias, sobremesas e pudins, entre outros (CAROCHO *et al*, 2017; GREMBECKA, 2018; MUSSATTO, 2002).

O xilitol apresenta várias vantagens em relação à sacarose; pode ser usado como emulsificante, umectante, estabilizante, adoçante e espessante, é muito solúvel em água, estável ao calor e higroscópico. Devido à sua alta estabilidade química e microbiológica, mesmo em baixas concentrações, o xilitol atua como conservante em produtos alimentícios, oferecendo resistência ao crescimento de microrganismos e prolongando a vida útil e a qualidade dos produtos. Além disso, o xilitol não participa das reações de "Maillard", tornando-o adequado para uso em alimentos nos quais essas reações são indesejáveis. Ele atua também como antioxidante, crioprotetor e redutor do ponto de congelamento. Em sorvetes, age como edulcorante, agente encorpante, conferindo uma textura mais consistente, e inibe a cristalização, prevenindo a formação de cristais indesejados durante o processo de congelamento (MUSSATO, 2012; UR-REHMAN *et al.*, 2017).

3.3.2.1.2 Eritritol

O eritritol é encontrado naturalmente em alguns frutos, como melão, peras e uvas, assim como em vegetais, cogumelos, mel, algas e bebidas fermentadas. Ainda que derivado de um monossacarídeo, como a eritritose, seu processo de obtenção industrial dá-se por meio de fermentação por microrganismos: *Moniliella pollinis*, *Trichosporonoides megachiliensis*, *Pseudozyma tsukubaensis*, *Oenococcus oeni*, *L. mesenteroides* e *L. sanfranciscencis*. Descoberto em 1848, o eritritol é amplamente utilizado em uma variedade de produtos alimentícios, incluindo coberturas alimentícias, assados, leite fermentado, glacês, doces, chocolates, gomas de mascar, sorvetes, bebidas hipocalóricas e, também, como hidratante na indústria de

cosméticos. Devido às suas propriedades, pode ser utilizado como aromatizante intensificador, umectante e adoçante (CAROCHO *et al.*, 2017; GREMBECKA, 2018).

O poliol eritritol é estável em ambientes ácidos e alcalinos bem como em altas temperaturas. Não participa da reação de Maillard, é pouco higroscópico, não deixa gosto residual e produz um forte efeito refrescante na boca, sendo capaz de mascarar o gosto indesejado dos adoçantes intensos (GREMBECKA, 2018). Seu poder adoçante fica entre 60-80% em relação à sacarose, mas contribui com uma quantidade muito baixa de calorias, aproximadamente 0,2 kcal por grama, sendo o poliol menos energético empregado na indústria. Sua ingestão é considerada segura para diabéticos. Além disso, o eritritol é facilmente absorvido pelo intestino e tem uma taxa de metabolização muito baixa, sendo quase completamente excretado na urina; seu efeito laxativo é similar ao da sacarose, pois não causa diarreia e flatulência como os demais polióis. Além das suas propriedades adoçantes, o eritritol também é não glicêmico e não cariogênico (CAROCHO *et al.*, 2017; GREMBECKA, 2018).

3.3.2.2 Sucralose

A sucralose vem sendo muito utilizada em produtos sem adição de açúcar. A descoberta da sucralose, também conhecida como tricloro-galacto-sacarose (TGS), ocorreu em 1976, possuindo poder adoçante de 400 a 1000 vezes maior que o da sacarose (GAVA *et al.*, 2009). Este adoçante não nutritivo é obtido a partir da sacarose por um processo que substitui 3 grupos hidroxila na molécula da sacarose por 3 átomos de cloro, sendo que sua propriedade e perfil de intensidade de tempo são muito similares aos da sacarose, assim como seu sabor doce mais persistente, possuindo, também, uma sinergia razoável com edulcorantes nutritivos e não nutritivos (CHATTOPADHYAY, RAYCHAUDHURI, CHAKRABORTY, 2014). Ela se apresenta como um pó branco, cristalino, não higroscópico. É bastante solúvel em água e estável em uma ampla faixa de pH, possuindo um efeito irrisório sobre o pH das soluções (SHEET *et al.*, 2014).

A sucralose é considerada não carcinogênica e não cariogênica, é resistente à hidrólise no trato digestivo humano e é excretada nas fezes sem sofrer alterações, ou é eliminada na urina. Como resultado, a sucralose não causa resposta glicêmica e é praticamente não calórica (CHATTOPADHYAY, RAYCHAUDHURI, CHAKRABORTY, 2014).

Devido à sua origem e propriedades, a sucralose é um dos adoçantes mais populares disponíveis no mercado. Além de ser aplicada em produtos farmacêuticos e medicinais, na indústria alimentícia é empregada em substituição ao açúcar em uma ampla variedade de produtos tais como: adoçante de mesa; em bebidas; sobremesas congeladas; confeitaria; produtos de panificação; frutas e vegetais enlatados; pastas de frutas; goma de mascar; produtos secos; laticínios; condimentos; temperos e cereais matinais (DINIZ *et al.*, 2022; SHEET *et al.*, 2014).

3.4 Emulsificantes naturais

Alguns estudos têm demonstrado a viabilidade de se substituir emulsificantes e estabilizantes comerciais por opções de ingredientes naturais, tais como: géis obtidos do albedo do maracujá, da chia e da linhaça.

3.4.1 Albedo do maracujá

O maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa* Deneger), também conhecido como “maracujá azedo” é a espécie de maior representatividade nos cultivos de *Passifloraceae*; é uma planta tropical com provável origem no Brasil, que é o maior produtor mundial de maracujá, com 690.364 toneladas produzidas em 2020. Seu cultivo está se expandindo rapidamente tanto para o consumo da fruta fresca quanto para a produção de sucos, polpas, refrescos, iogurtes, doces, licores, geleias e sorvetes (RONCATTO *et al.*, 2022).

A indústria de processamento de suco de maracujá gera aproximadamente 60% do peso total do fruto em resíduos, compostos pela casca (epicarpo) e pelo albedo (mesocarpo). A parte comestível do fruto consiste na polpa e nas sementes. O albedo do maracujá é rico em fibras solúveis, como a pectina, que possui propriedades benéficas à saúde como a redução do colesterol e do risco de doenças cardiovasculares, sendo ainda fonte de vitamina B3, ferro, cálcio e fósforo (OLIVEIRA, 2015). Segundo Matsuura (2005), o albedo de maracujá amarelo apresenta elevado teor de carboidratos, principalmente fibras (67,5%, em base seca), e consideráveis quantidades de proteínas (6,8%) e minerais, como potássio (331,7 mg/100g) e cálcio (189,8 mg/100g), além de elevado teor de pectina (27,8%).

Por suas propriedades funcionais e minerais, as cascas do maracujá não podem mais ser consideradas como resíduo (CÓRDOVA *et al.*, 2005). O albedo de

maracujá antigamente era descartado, porém seu uso na forma de farinhas ou de géis tem se mostrado promissor, podendo contribuir para o reaproveitamento de parcela dos resíduos da indústria de processamento do maracujá.

Para a utilização segura do albedo do maracujá, Matsuura (2005) sugere que seja realizado tratamento prévio para inativação e redução de compostos que podem apresentar toxicidade. Em seus experimentos, o referido autor apontou alguns tratamentos, tais como, a cocção em banho-maria à temperatura superior a 80°C, por 30 minutos, com o enxague posterior em água quente por dez vezes.

O processo de extração da pectina usualmente abrange: extração aquosa do material da planta; purificação do extrato líquido; e separação do extrato da pectina do líquido. Pode ser realizada por meio aquoso ácido ou básico, ou por ação de enzimas, existindo alguns fatores que influenciam o rendimento da extração de pectina da casca do maracujá em diferentes condições: pH, temperatura e tempo de extração (KLIEMANN, 2006). Sousa *et al.* (2016) realizaram a extração por meio de água quente com temperatura superior a 80°C, à pressão atmosférica por 15 minutos e acidificada com suco de limão.

As pectinas são polissacarídeos estruturais encontrados em diversos tecidos vegetais, compostas por ácido galacturônico e galacturonoglicano, que são solúveis em água e possuem diferentes graus de éster metílico. Essas características permitem que as pectinas formem géis na presença de açúcar e ácido, ou na presença de íons cálcio (DAMODARAN; PARKIN, 2019). Devido às suas propriedades funcionais e tecnológicas, são amplamente utilizadas na indústria de alimentos e farmacêutica, como espessantes, texturizantes, emulsificantes, estabilizantes e/ou geleificante (OLIVEIRA, 2015).

3.4.2 Chia

A Chia (*Salvia hispanica L.*) é uma planta herbácea que faz parte da família *Lamiaceae*. Ela é nativa do sul do México e do norte da Guatemala e pode ser cultivada para produzir óleo tanto para alimentação quanto para a indústria. Possui um valor nutricional elevado, com um alto conteúdo de ácido α -linolênico (ômega-3) e linoléico (ômega-6), antioxidantes, fibra dietética e proteína (PEIRETTI; GAI, 2009).

Quando imersa em água, a semente da chia forma um gel mucilaginoso transparente, composto principalmente por fibras solúveis. Essa mucilagem

apresenta principalmente xilose, glicose e ácido glicurônico, formando um polissacarídeo ramificado, cujas propriedades permitem aplicação em diversos produtos na indústria de alimentos (LIN *et al.*, 1994). Segundo Capitani *et al.* (2012), o alto teor de fibras solúveis da chia confere uma notável capacidade de reter e absorver água, tornando-a um agente emulsionante e estabilizante de emulsões, o que possibilita melhorar características organolépticas, como a textura e o sabor, além de aumentar o valor nutricional dos produtos elaborados (PEIRETTI; GAI, 2009).

3.4.3 Linhaça

A linhaça, ou semente do linho, é proveniente de uma erva chamada *Linum usitatissimum*, que pertence à família *Lineaceae*. Além de ser amplamente utilizada na indústria têxtil para a produção de linho, a linhaça também possui aplicações na alimentação humana e pode ser beneficiada para a produção de tintas e resinas. Existem dois tipos de sementes de linhaça, marrom e dourada. Sua coloração é determinada pela quantidade de pigmentos presentes na casca e essa característica pode ser alterada por práticas de cultivo e armazenamento. É importante destacar que as condições de armazenamento podem afetar o seu uso final (SALES; COSTA, 2016). A semente de linhaça é rica em fibras dietéticas, gordura e proteína, sendo composta por 41% de lipídios, 21% de proteínas, 28% de fibras solúveis e insolúveis, 4% de resíduo mineral e 6% de outros carboidratos (açúcares, ácidos fenólicos, lignana e hemicelulose) (ALMEIDA *et al.*, 2009).

Devido às propriedades hidrocolóides presentes na goma e nas proteínas da linhaça, assim como seus benefícios à saúde, tem sido bastante utilizada na indústria alimentícia como agentes emulsificantes, espumantes, espessantes e geleificantes. Devido a isso, desempenham um papel importante na textura, consistência e estabilidade de diversos produtos. Em iogurtes e sorvetes, atua diminuindo a taxa de sinérese; já em sucos, molhos e panificados, aumenta a viscosidade. Além de ser fonte de nutrientes, a linhaça é considerada um alimento funcional com diversas propriedades e benefícios à saúde (LORENC *et al.*, 2022).

3.5 Análise sensorial

A análise sensorial é uma ciência na qual se utilizam os órgãos do sentido dos indivíduos para avaliar a qualidade de um produto, tendo grande aplicação junto à indústria de alimentos. Entre as aplicações, destaca-se a avaliação da qualidade das características, como sabor, textura e cor de um produto que está sendo desenvolvido pela indústria. A depender do tipo de teste sensorial, pode-se trabalhar com provadores selecionados e treinados, ou com consumidores sem treinamento específico (NORA, 2021).

Os métodos sensoriais dividem-se em três: discriminativo, descritivo e afetivo. No primeiro, busca-se identificar diferenças sensoriais entre amostras que sofreram diferentes tratamentos, como o uso de ingredientes distintos, mudança de fornecedores de uma determinada matéria-prima, alterações no processamento, mudanças decorrentes de interações entre a embalagem e o alimento, entre outros. No método descritivo, o objetivo principal é definir um perfil sensorial do produto, buscando-se caracterizar os atributos sensoriais de uma determinada amostra. Já no método afetivo, tem-se como objetivo testar as qualidades de um produto junto ao público consumidor (DUTCOSKY, 2019).

3.5.1 Método afetivo

No método afetivo, o principal objetivo é avaliar a resposta individual (aceitação ou preferência) de consumidores habituais ou potenciais de um produto a uma ideia ou a uma característica específica. Esse tipo de teste pode ser aplicado entre produtos concorrentes, para otimização da sua qualidade, podendo identificar a necessidade da troca de uma matéria prima, e até mesmo no desenvolvimento de novos produtos, podendo avaliar vários atributos em um mesmo momento, e por este motivo tem sido o mais utilizado entre os testes de análise sensorial (NORA, 2021).

Os testes afetivos podem ser classificados em quantitativos e qualitativos. No primeiro caso, os testes visam determinar as respostas de um grande grupo de consumidores para perguntas referentes à aceitação e à preferência de produtos, podendo ser classificados como: testes de preferência (como os testes pareado e de ordenação) e testes de aceitação (como os testes de aceitabilidade, intensidade e escala Just-about-right – JAR).

Já os testes qualitativos procuram entender um fenômeno específico em profundidade e trabalham com descrições, comparações e interpretações, sendo exemplos os grupos de foco e as entrevistas individuais.

3.5.1.1 Teste de aceitação

O teste de aceitação classifica-se como um método afetivo, que reflete a opinião pessoal do avaliador, ou seja, sua avaliação em relação a um determinado produto. Esse teste é empregado quando se deseja entender o vínculo emocional dos consumidores com relação ao(s) produto(s) testado(s). Os consumidores recebem amostras identificadas por códigos e são convidados a indicar o quanto gostam ou não de cada uma, expressando sua percepção por meio de uma escala. A escala mais comumente utilizada é a escala hedônica de nove (9) pontos, que tem seus extremos ancorados em termos como “adorei” e “detestei” ou “gostei extremamente” e “desgostei extremamente” ou “gostei muitíssimo” e “desgostei muitíssimo” (NORA, 2021).

3.5.1.2 Teste de ideal de doçura

A escala do “Ideal” (Just-about-right scale ou JAR) é o método afetivo bastante empregado para quantificar perfeitamente um componente específico a ser incorporado a um alimento ou bebida, visando maximizar a aceitação e a preferência de um conjunto de avaliadores. Em essência, esse ensaio é utilizado para avaliar a intensidade ideal de um atributo particular. Esse tipo de ensaio é frequentemente empregado em investigações de desenvolvimento ou aprimoramento de produtos, uma vez que o pesquisador pode analisar se um atributo específico do produto (como doçura) atinge o ponto ideal. Normalmente, a escala possui de três (3) a cinco (5) pontos, abrangendo termos antagônicos, por exemplo, “muito fraco” a “muito forte”. O termo “ideal” é posicionado no centro da escala, assegurando equilíbrio entre as categorias em ambos os extremos (NORA, 2021).

4 METODOLOGIA

Todas as análises e processamentos foram realizados nas unidades de processamento de frutas e hortaliças e de leite e derivados, e nos laboratórios de análise sensorial e microbiologia de alimentos do IFB-Campus Gama.

4.1 Matérias-primas

Utilizou-se o kefir artesanal, que foi recebido por doação e em estudos anteriores foi realizada a análise microbiológica para assegurar que não havia a presença de patógenos no leite fermentado obtido a partir dos grãos cultivados.

Leite integral UHT, leite em pó integral, chia, linhaça dourada, maracujá, limão e sacarose (açúcar refinado) foram adquiridos em supermercado local. Xilitol, eritritol e sucralose foram adquiridos de empresa especializada, em pó em forma pura.

4.2 Preparo do leite fermentado por kefir

Na elaboração dos gelados comestíveis foi utilizado leite fermentado, obtido a partir da fermentação do leite integral UHT pelos grãos de kefir de leite. Para a obtenção do leite fermentado a partir dos grãos de kefir, a massa dos grãos foi medida em balança semianalítica e foi adicionado leite integral UHT, na proporção de 15% de grãos para 85% de leite UHT (proporção massa: massa). A mistura ficou fermentando à temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 18 horas. Transcorrido esse tempo, os grãos foram filtrados utilizando peneira de plástico. Os grãos retidos na peneira foram inoculados novamente em leite, para manter as colônias de bactérias e leveduras viáveis e saudáveis e possibilitar o uso posterior. O filtrado (leite fermentado, contendo o extrato ou soro de kefir, sem os grãos) foi utilizado nas formulações. Logo após a filtração, o leite fermentado foi acondicionado sob refrigeração por 24 horas, para maturação.

4.3 Preparo dos emulsificantes naturais

Para a obtenção dos géis de albedo de maracujá, linhaça dourada e chia foram seguidas as etapas de higienização, sanitização, corte, despulpamento, cozimento, trituração, filtragem e armazenamento.

Os maracujás e limões foram selecionados e higienizados em água corrente com detergente neutro, para retirada de sujidades grosseiras e, após isso, foram

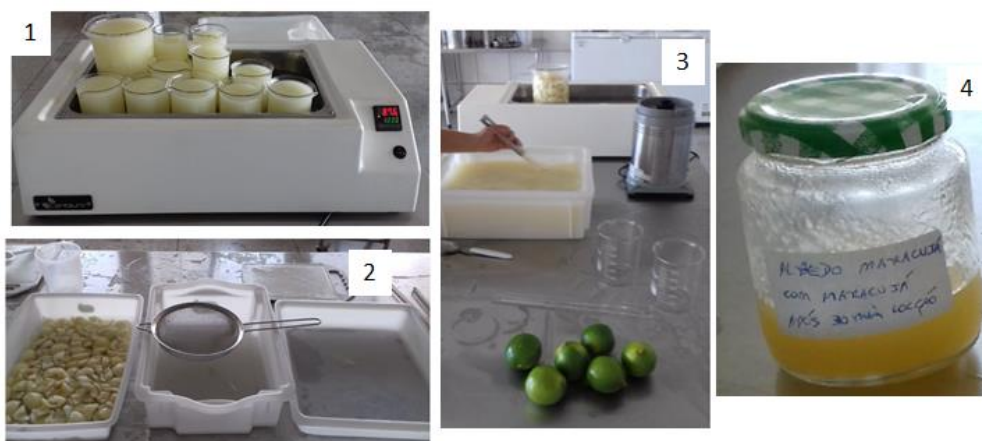
sanitizados com solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm, por 15 minutos, sendo posteriormente enxaguados.

Cada maracujá foi cortado ao meio e o albedo (parte branca da casca) foi separado da polpa e sementes. A polpa foi adicionada na despulpadeira industrial vertical marca Metvisa® modelo DG10, sem adição de água, para separação das sementes e do suco. Este último foi utilizado na elaboração do sorvete, como saborizante (polpa do maracujá).

Já o albedo foi cortado em pequenos pedaços e passou por tratamento, de acordo com Matsuura (2005), para redução de compostos cianogênicos presentes no albedo a níveis inferiores a 10 ppm: ao albedo foi adicionada água (na proporção em massa de 1 albedo: 10 água) e a mistura foi levada ao banho-maria, em temperatura superior a 80°C, por 30 minutos. Na sequência, o albedo cozido foi lavado por dez vezes com água quente, na proporção em massa de 1 albedo: 20 água.

Após o tratamento do albedo cozido, este foi submetido ao procedimento de Souza *et al.* (2016): o albedo foi triturado em liquidificador com água, na proporção em massa de 1:3 (albedo:água), até obtenção de massa homogênea. À mistura foram adicionados 5 mL de suco de limão, para favorecer a extração da pectina. A mistura foi deixada em banho-maria, em temperatura superior a 80°C, por 15 minutos e, na sequência, foi filtrada, sendo o extrato que passou pela peneira (gel do albedo do maracujá) acondicionado em pote de vidro previamente esterilizado em água fervente por 15 minutos, para uso posterior nas formulações de sorvete (Figura 2).

Figura 2 - Etapas de detoxificação e preparo do gel do albedo do maracujá



Nota: Imagens à esquerda (1 e 2): cozimento do albedo em banho-maria, seguido de resfriamento e peneiramento; Imagem do centro (3): extração do gel de pectina do albedo, com suco de limão,

seguido de cozimento em banho-maria; Imagem à direita (4): gel de pectina do albedo do maracujá, em potes de vidro esterilizados.

Fonte: fotos da autora.

Para os géis de linhaça e de chia, seguiram-se os procedimentos de Laguna *et al.* (2013): para cada litro de leite integral UHT foram adicionados 75g de sementes de linhaça dourada ou de chia. As misturas foram aquecidas em banho-maria, em temperatura superior a 80°C, com agitação constante até que ocorresse a gelificação, o que levou em torno de 25 a 30 minutos. As amostras foram retiradas do banho-maria e deixadas resfriar em água até alcançar a temperatura de 30°C. Após o resfriamento do gel, as misturas foram trituradas em equipamento tipo mixer e, em seguida, peneiradas para a retirada do resíduo mais grosseiro da linhaça e da chia (Figura 3).

Figura 3 - Preparo dos géis de chia e linhaça dourada



Nota: Imagem à esquerda (1): cozimento da chia e da linhaça dourada em leite; Imagem do centro e da direita (2 e 3): géis de linhaça dourada e de chia, em potes de vidro esterilizados.

Fonte: fotos da autora.

4.4 Preparo das formulações de gelados comestíveis

A formulação padrão com sacarose foi composta por: 63,5% de leite fermentado por 15% de grãos de kefir, 15% de açúcar refinado, 7,5% de leite em pó, 12% de polpa de maracujá natural e 2% dos emulsificantes naturais (sendo 1% do gel de albedo de maracujá, 0,5% do gel de chia e 0,5% do gel de linhaça).

A proporção dos ingredientes nas formulações sem adição de açúcar seguiu a formulação do produto padrão com sacarose, com a substituição desta pelos edulcorantes, ajustando-se a proporção de leite fermentado, quando necessário.

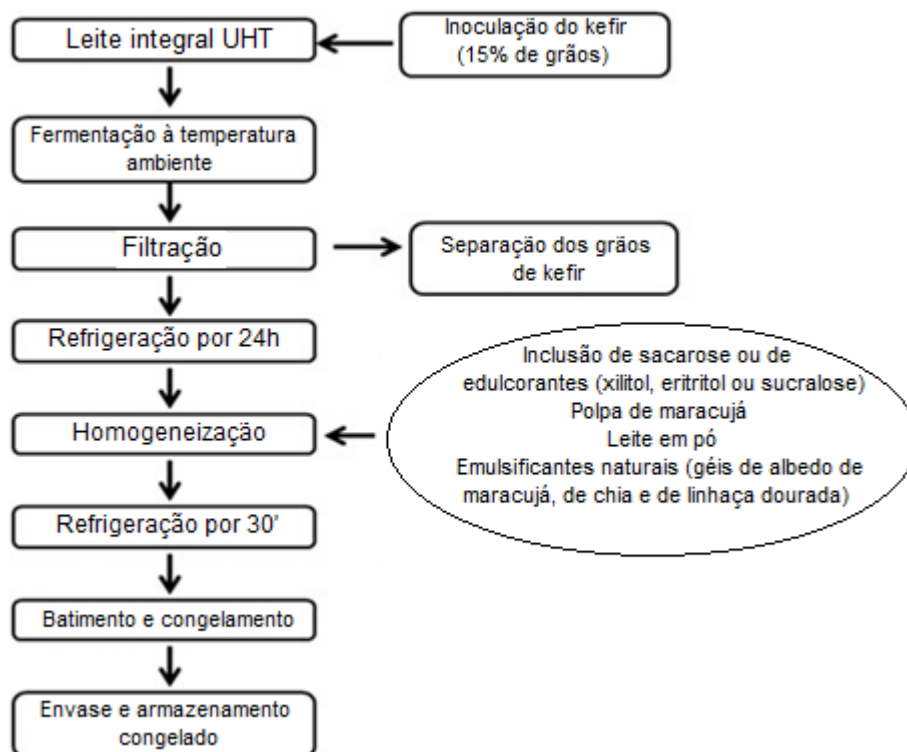
Para o xilitol, a literatura indica que este possui poder de doçura equivalente ao da sacarose. Dessa forma, elaborou-se a formulação do gelado com xilitol seguindo a mesma proporção de ingredientes do padrão com sacarose, descrita anteriormente, substituindo-se somente os 15% de sacarose por 15% de xilitol.

Com relação ao eritritol, a literatura indica um poder adoçante de 70% em relação à sacarose. Elaborou-se a formulação de gelado com eritritol na mesma proporção dos ingredientes que a padrão de sacarose, mas substituindo-a por 21% de eritritol e diminuindo-se a proporção de leite fermentado para 57,5%.

Para a sucralose, a literatura indica que esta possui um poder adoçante entre 500 e 600 vezes superior ao da sacarose. Realizou-se um teste, tendo como base a proporção de 0,16% de sucralose na formulação, conforme trabalho de Morais *et al.* (2014). Elaborou-se a formulação do gelado com sucralose da mesma forma que a padrão de sacarose, mas substituindo-se esta por 0,16% de sucralose e aumentando-se a proporção de leite fermentado para 78,3%. No entanto, a formulação ficou extremamente doce, com um sabor residual doce na boca, que permaneceu por bastante tempo, de forma desagradável. Realizou-se, então, novo teste reduzindo em quase 10 vezes o valor do trabalho de Morais *et al.* (2014), trabalhando-se com um percentual de 0,0235 de sucralose e com 78,5% de leite fermentado. Dessa vez, o sorvete desenvolvido não deixou sabor residual doce pronunciado e esta formulação foi produzida em maior quantidade para os testes sensoriais.

Os gelados comestíveis com sacarose ou sem adição de açúcar (com xilitol, eritritol ou sucralose) foram preparados de forma similar, seguindo o fluxograma da Figura 4. Todos os ingredientes foram homogeneizados em liquidificador por 3 minutos e a mistura foi armazenada em refrigeração por 30 minutos, para maturação. Após esse período, a mistura foi colocada em máquina de sorvete da marca Finamac®, para que ocorresse a aeração da massa e posterior congelamento até - 7°C. A massa do sorvete foi acondicionada em embalagens plásticas de 2 litros e armazenada em freezer comercial a -18°C até o momento da realização dos testes sensoriais.

Figura 4 - Fluxograma de produção dos gelados fermentados por kefir, com a adição de emulsificantes naturais, com sacarose ou com a substituição desta por edulcorantes



Fonte: autora.

4.5 Caracterização dos gelados comestíveis

4.5.1 Análises físico-químicas

As análises foram realizadas em triplicata após uma semana do preparo das amostras.

4.5.1.1 pH

O pH foi determinado em pHmetro de bancada modelo PHS-3E, de acordo com procedimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008). Utilizaram-se 10g da amostra e a mesma foi homogeneizada em 100 mL de água destilada. O pH foi determinado com o aparelho previamente calibrado.

4.5.1.2 Teor de sólidos solúveis totais (°Brix)

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado utilizando refratômetro digital, modelo HI 96801, da marca HANNA, e expresso em °Brix. As leituras foram corrigidas para 20°C, quando necessário.

4.5.2 Análise sensorial

As análises foram realizadas no mês de dezembro de 2020. Foram conduzidos testes afetivos de aceitação e de ideal de doçura.

O presente estudo foi desenvolvido durante o período de pandemia de Covid-19, no qual a recomendação das autoridades sanitárias era a de seguir protocolos de higiene, utilizar obrigatoriamente máscaras, manter distanciamento e, sempre que possível, ficar em isolamento social. O número de pessoas que transitavam pelo *Campus* na época era limitado. Dessa forma, realizaram-se os testes com o quantitativo máximo de provadores que foi possível, totalizando 27 indivíduos não treinados, entre servidores e estudantes dos cursos do IFB *Campus* Gama. Cada provador realizou os dois testes – de aceitação e de ideal de doçura – em uma única seção.

4.5.2.1 Teste de aceitação

Cada provador recebeu, em cabines individualizadas, com condições controladas, no laboratório de análise sensorial, as quatro amostras de gelados comestíveis formuladas.

As amostras foram servidas de forma monádica, em porções de 30g, em copos descartáveis codificados com números de três dígitos, escolhidos em tabela de números ao acaso. Seguiu-se balanceamento previamente definido, visando garantir que todas as amostras fossem servidas em posições distintas.

Ao provador, solicitou-se avaliar cada amostra em relação aos atributos aparência, aroma, sabor, textura e aceitação de forma geral (global), utilizando uma escala hedônica estruturada de 9 pontos, variando entre 1 = “desgostei muitíssimo” e 9 = “gostei muitíssimo”. Um modelo da ficha entregue aos provadores encontra-se no Apêndice A

4.5.2.2 Teste de ideal de doçura

Na mesma seção do teste de aceitação, foi solicitado ao provador que indicasse, em uma escala de 5 pontos, variando de 1 = “muito menos doce que o ideal” a 5 = “muito mais doce que o ideal”, o quanto cada amostra estava próxima ou não ao que o provador considerava como ideal para o atributo doçura.

4.6 Análises estatísticas

Foi calculada média, desvio-padrão e distribuição em percentuais. Os dados de caracterização físico-química e de aceitação sensorial foram analisados por meio de Análise de Variância – ANOVA, seguida pelo teste de Tukey, considerando nível de significância de 5%. Para o teste de ideal de doçura foi elaborado histograma.

O programa Excel® foi utilizado para a construção dos bancos de dados e para a realização das análises.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Resultados físico-químicos

Na Tabela 2 encontram-se os valores de pH e de sólidos solúveis totais (°Brix) para as amostras dos gelados fermentados por kefir, com emulsificantes naturais, com e sem adição de açúcar.

Tabela 2 - Caracterização físico-química dos gelados fermentados, com e sem adição de açúcar

Análise	Gelado com sacarose	Gelado com sucralose	Gelado com xilitol	Gelado com eritritol
	Média (\pm DP)	Média (\pm DP)	Média (\pm DP)	Média (\pm DP)
pH	4,31 \pm 0,01 ^b	4,48 \pm 0,02 ^d	4,43 \pm 0,01 ^c	4,22 \pm 0,01 ^a
Sólidos solúveis totais (°Brix)	28,40 \pm 0,26 ^{bc}	12,23 \pm 0,06 ^a	27,97 \pm 0,06 ^b	31,37 \pm 0,15 ^c

*Cada valor representa a média para as triplicatas.

**Na mesma linha, médias com letras em comum não diferem significativamente ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Fonte: Dados da pesquisa

Com relação ao pH, os valores observados no presente estudo situaram-se abaixo de 4,5, caracterizando os gelados como produtos ácidos, o que é interessante do ponto de vista de conservação. Um pH baixo era esperado, tendo em vista que os gelados foram preparados com a adição de leite fermentado e no processo de fermentação é produzido ácido láctico pela ação dos microrganismos sobre parte dos açúcares. Além disso, as formulações foram saborizadas com polpa natural de maracujá, que também é ácida.

Em relação a outras pesquisas que desenvolveram formulações de gelados à base de leites fermentados, seja do tipo *frozen yoghurt*, seja com a adição do leite fermentado por kefir, os resultados em relação ao pH foram próximos ao do presente trabalho. Valores de pH entre 4,5 e 5,0 foram registrados em diferentes formulações de *frozen yoghurt*, nos estudos de Gabriel *et al.* (2011), Gonçalves *et al.* (2008) e Bernardi *et al.* (2004).

Parreiras *et al.* (2019) desenvolveram duas formulações de sorvete com leite fermentado por kefir: uma com a inoculação de 5% de grãos em 500 mL de leite e a outra com 10% de grãos na mesma quantidade de leite. A fermentação ocorreu por

24 horas em ambos os casos, sendo os grãos separados e o extrato fermentado utilizado para preparo dos sorvetes, que foram saborizados com polpa de manga natural. O sorvete com 5% de kefir apresentou $\text{pH} = 4,85 \pm 0,05$, enquanto para a formulação com 10% de kefir, o pH foi de $3,83 \pm 0,06$, não havendo diferenças estatisticamente significativas entre elas.

Brum (2018) elaborou um gelado à base de leite fermentado com grãos de kefir e polpa de manga, encontrando um $\text{pH} = 4,02$. A autora justificou o baixo pH em função do tempo de fermentação (24 horas) e da adição de polpa de frutas, indicando que um pH entre 4,0 e 4,4 pode ser considerado ideal para que o produto não se apresente excessivamente ácido ou amargo.

Bernardes (2018) desenvolveu quatro formulações de gelados comestíveis com leite fermentado por kefir, com valores de pH entre 4,05 e 4,82. A autora afirmou que os microrganismos que fazem parte da composição do kefir sobrevivem por mais tempo em meios ácidos e metabolizam a galactose e a lactose em ácido láctico de forma mais eficiente do que colônias utilizadas em iogurtes industrializados, o que justifica o valor mais baixo de pH para este tipo de produto.

Quando se comparam os resultados de pH entre as diferentes formulações da presente pesquisa, nota-se que houve diferenças estatisticamente significativas entre todas elas, sendo a com eritritol a de menor pH e a com sucralose a de maior. Para o eritritol, é possível que o menor pH, quando comparado à sacarose ou ao xilitol, possa ser devido a maior quantidade de leite fermentado adicionada para completar o balanceamento de massas. No entanto, essa lógica não se aplicou à sucralose, já que o pH desta amostra foi o mais elevado, embora seja aquela em que mais leite fermentado foi adicionado.

Com relação ao teor de sólidos solúveis, o valor médio do gelado com sacarose foi de 28,4°Brix, semelhante ao de outros gelados com açúcar, como o frozen sabor creme, com teor de 32,3°Brix, elaborado por Gabriel *et al.* (2011), e o sorvete de iogurte de cajá-manga, com 28,8°Brix, desenvolvido por Ferreira (2011).

Neste trabalho, não houve diferenças significativas entre o teor de sólidos solúveis do gelado com sacarose e daquele com xilitol. Como o poder adoçante destes dois ingredientes é equivalente, a quantidade de xilitol adicionada foi a mesma que a de sacarose, ou seja, 15%. A proporção dos demais ingredientes também foi igual para os gelados de sacarose e xilitol. Ambas as formulações apresentaram conteúdo de sólidos solúveis significativamente inferior ao do gelado

com eritritol. Nota-se que a adição deste último ingrediente foi de 21% na formulação, por conta do menor poder adoçante em relação à sacarose, o que pode justificar o maior teor de sólidos presentes na formulação. Já o gelado com sucralose apresentou Brix significativamente inferior ao das demais formulações, o que pode ser justificado pela pequena quantidade deste edulcorante adicionada ao produto (0,004%), não contribuindo com o teor de sólidos e com corpo, o que acaba interferindo, também, na textura do produto.

5.2 Resultados da análise sensorial

5.2.1 Teste de aceitação

Na Tabela a seguir estão descritos os resultados da análise de variância – ANOVA, seguidos do teste de Tukey, quando foi o caso, para os atributos avaliados pelos provadores: aceitação global, aparência, aroma, sabor e textura.

Tabela 3 - Aceitação sensorial dos gelados fermentados por kefir, com emulsificantes naturais, com ou sem adição de açúcar

Notas médias atribuídas pelos provadores*					
Amostra	Aceitação global**	Aparência**	Aroma**	Sabor**	Textura**
Gelado com sacarose	8,04 ^a	8,15 ^a	7,70 ^a	7,74 ^a	7,85 ^a
Gelado com sucralose	6,93 ^b	7,52 ^b	7,26 ^a	6,56 ^b	6,63 ^b
Gelado com xilitol	7,96 ^a	8,26 ^a	7,59 ^a	7,59 ^a	7,70 ^a
Gelado com eritritol	7,00 ^b	7,78 ^{ab}	7,59 ^a	6,74 ^b	7,30 ^{ab}

*Notas atribuídas por meio de escala de 9 pontos, variando de 1 = desgostei muitíssimo a 9 = gostei muitíssimo.

**Na mesma coluna, médias com letras em comum não diferem significativamente ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Fonte: Dados da pesquisa

Entre os resultados do teste sensorial, em termos de aceitação global, que considera o conjunto das características sensoriais dos produtos, não houve diferenças significativas entre gelados com sacarose e com xilitol (média aproximada de 8,0, “gostei muito”) e estes foram significativamente mais bem aceitos que os gelados com sucralose e com eritritol, que não diferiram entre si (média aproximada de 7,0, “gostei moderadamente”).

A aparência foi o atributo para o qual os consumidores atribuíram as maiores notas na avaliação sensorial, para todas as formulações. Comparando entre os diferentes gelados, a única amostra que diferiu significativamente da sacarose e foi menos aceita, em termos de aparência, foi a formulação com sucralose.

Avaliando-se o aroma, as médias situaram-se entre 7, “gostei moderadamente”, e 8, “gostei muito”. Não houve diferenças significativas entre as diferentes formulações para este aspecto sensorial.

Com relação ao sabor, os gelados de sacarose e de xilitol foram significativamente mais bem aceitos que as outras duas formulações, com médias entre 7, “gostei moderadamente” e 8, “gostei muito”. Já as médias de aceitação para as amostras com sucralose e eritritol situaram-se entre 6, “gostei ligeiramente” e 7, “gostei moderadamente”.

Analisando-se os comentários deixados pelos provadores nas fichas do teste de aceitação, para o atributo sabor, foi indicado que a amostra com sacarose não deixou sabor residual amargo, mas que poderia ser mais doce e com mais sabor de maracujá. Assim como para a amostra com sacarose, na amostra com xilitol houve registro de que o sabor era agradável e suave, porém poderia ser mais adocicada e com mais sabor de maracujá. Para a amostra com sucralose, houve comentários sobre sabor residual amargo, que a amostra poderia ser mais doce, que apresenta sabor característico de adoçante e, de forma bem mais frequente que para as outras amostras, que o sabor de maracujá ficou pouco perceptível. Já o gelado com eritritol foi o que recebeu maior número de comentários negativos sobre este atributo, sendo destacado gosto amargo residual, gosto doce residual, sabor residual de leite, muito fermentado, muito ácido, pouco sabor de maracujá e pouco adocicado.

Nota-se que os comentários sobre excesso de acidez foram feitos somente para a amostra com eritritol. Vale destacar que por meio da análise de pH (Tabela 2) esta formulação foi a que se apresentou mais ácida, com $\text{pH} = 4,22$, significativamente mais ácida que as demais formulações. Esse excesso de acidez foi percebido pelos consumidores e resultou em menor aceitação do gelado com eritritol.

Menor aceitação sensorial por conta de elevada acidez também foi identificada em outros estudos. Pereira *et al.* (2012) registraram que o pH teve influência sobre a aceitação sensorial de frozen yoghurt de morango: produtos com pHs finais entre 5,0 e 5,5 foram mais bem aceitos pelos consumidores quando

comparados ao produto com pH de 4,5. Guner *et al.* (2007) verificaram que a aceitação sensorial de frozen iogurte com 0,7% de ácido láctico não diferiu daquela apresentada para o sorvete sem adição de iogurte. No entanto, ao aumentar a quantidade de iogurte adicionada, o pH do produto reduzia, assim como a aceitação sensorial, especialmente com relação ao sabor do produto. Hekmat e McMahon (1992) também relataram que médias sensoriais de sabor foram significativamente mais elevadas para sorvetes com pH = 5,5, quando comparados ao pH = 5,0, em sorvetes probióticos.

Quanto à textura, neste estudo os gelados com sacarose, xilitol e eritritol não diferiram estatisticamente entre si, com notas médias entre 7, “gostei moderadamente” e 8, “gostei muito”. Já o gelado com sucralose foi significativamente menos aceito neste quesito que os gelados com sacarose e xilitol, com nota entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. Nota-se que o gelado com sucralose foi aquele que apresentou o menor teor de sólidos solúveis, significativamente inferior ao das demais formulações (Tabela 2), e este parâmetro pode influenciar a textura. De acordo com Brum (2018), um baixo valor de sólidos solúveis, com conseqüente maior teor de umidade no sorvete fazem com que o produto tenha uma consistência menos cremosa, com maior formação de cristais de gelo e textura mais arenosa.

No presente trabalho, analisando-se os comentários que os provadores registraram na ficha de avaliação do teste para este atributo, nota-se que para o gelado com sacarose o termo “cremoso” foi mencionado várias vezes e não houve indicação de aspectos negativos quanto à textura dessa formulação. Para a amostra com xilitol, embora esta não tenha diferido estatisticamente do gelado com sacarose, houve alguns comentários negativos sobre a textura, como “um pouco dura”, “com cristais de gelo”, “cremosa na aparência, mas não na boca”, “derrete menos rápido”. Para o eritritol, houve poucos comentários sobre a textura, com elogios sobre a cremosidade, mas também com a indicação de que o gelado possuía muitos cristais de gelo. A formulação com sucralose foi a que recebeu o maior número de comentários negativos sobre a textura, destacando que a amostra era menos cremosa, quebradiça, com cristais de gelo.

O fato do gelado com sacarose ter apresentado boa aceitação para o atributo textura, sem comentários negativos quanto à formação de cristais, traz um indicativo

de que os emulsificantes naturais utilizados neste estudo – géis de albedo, chia e linhaça – tiveram papel semelhante aos emulsificantes comerciais, sendo bons substitutos destes. Além do poder emulsificante, é importante destacar que a linhaça e a chia contribuem com quantidades expressivas de fibras e de compostos antioxidantes. Já o albedo de maracujá é rico em pectina, fibra solúvel que atua como agente geleificante e espessante. O fato dos gelados terem apresentado boa aceitação sensorial, inclusive em termos de sabor, revela que esses ingredientes não prejudicaram sensorialmente a qualidade do produto.

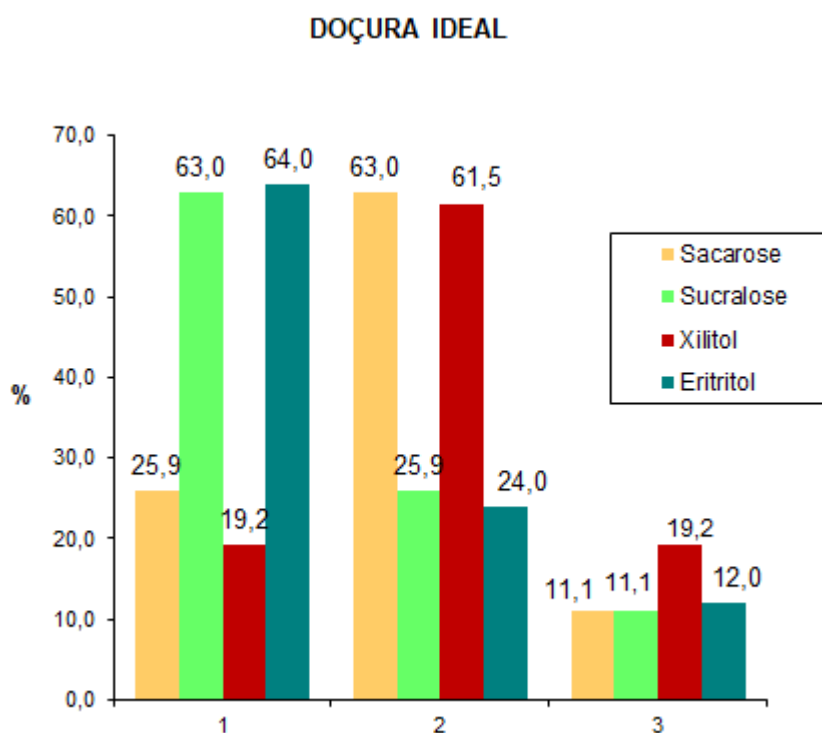
Já para as formulações com edulcorantes, especialmente aquela com sucralose, alguns ajustes poderiam levar a resultados sensoriais melhores em termos de textura. De acordo com Costa *et al.* (2017), a formação de cristais de gelo, perceptíveis na boca, e a textura quebradiça estão entre os principais defeitos de corpo e textura em sorvetes e podem ser causados pela quantidade insuficiente de sólidos totais, alto teor de água, quantidade insuficiente de estabilizante ou uso de estabilizante inadequado. No caso da sucralose, por exemplo, o baixo teor de sólidos identificado pode ter favorecido uma maior formação dos cristais de gelo. Para os próximos estudos, poderia ser testada formulação com uma combinação de edulcorantes de corpo e a sucralose, a fim de ampliar o teor de sólidos solúveis. Sugere-se, também, aumentar a quantidade dos géis naturais utilizados como emulsificantes nas formulações com edulcorantes.

Entre os gelados com edulcorantes, o xilitol parece ser o melhor substituto da sacarose em sorvetes preparados com leite fermentado por kefir, não diferindo desta em todos os parâmetros sensoriais avaliados. O único problema desta formulação foi o custo, já que 1kg de xilitol custava, na época de realização da pesquisa, 16 vezes mais que 1kg de açúcar refinado, e a quantidade utilizada dos dois ingredientes nas formulações é equivalente. Dessa forma, um sorvete com a substituição total de sacarose por xilitol teria um valor bem superior ao sorvete tradicional com sacarose. Para os próximos estudos, sugere-se que uma combinação de xilitol com outros edulcorantes de menor custo seja testada, a fim de tornar a formulação mais atrativa economicamente para o consumidor.

5.2.2 Teste ideal de doçura

Para expressar os resultados do teste de ideal de doçura, as notas conferidas pelos provadores na escala de 5 pontos foram agrupadas em três categorias: categoria 1 (que agrupou as notas “muito menos doce” e “ligeiramente menos doce” da escala), compreendendo a percepção de “menos doce que o ideal”; categoria 2, compreendendo o ponto do meio da escala, com a percepção de “doçura ideal”; e a categoria 3 (que agrupou as notas “ligeiramente mais doce” e “muito mais doce” da escala), envolvendo a percepção de “mais doce que o ideal”. A Figura a seguir apresenta o histograma com o percentual de consumidores classificado em cada categoria para cada gelado.

Figura 5 - Teste de ideal de doçura para os gelados fermentados por kefir, com emulsificantes naturais, com e sem adição de açúcar



*No eixo das abscissas, 1 = “menos doce que o ideal”, 2 = “doçura ideal” e 3 = “mais doce que o ideal”.

Fonte: Dados da pesquisa.

Para os gelados com sacarose e com xilitol, a maior proporção dos consumidores (acima de 60%) indicou que o grau de doçura estava ideal para este tipo de produto. Já para a sucralose e o eritritol, a maior proporção (acima de 60%) registrou que os gelados estavam menos doces que o ideal. Esses resultados

complementam os dados do teste de aceitação e corroboram os comentários que os provadores registraram nas fichas de aplicação dos testes. As amostras mais bem aceitas de gelados em termos globais e de sabor foram aquelas com maior proporção de percepção de ideal de doçura.

De acordo com Costa *et al.* (2017), o excesso ou a falta de doçura constituem defeitos comuns nos sorvetes. Um ajuste na quantidade de sucralose e eritritol poderia melhorar a aceitação dessas amostras.

6 CONCLUSÕES

No presente trabalho foram desenvolvidas quatro formulações de gelados comestíveis fermentados por kefir, com emulsificantes naturais, com e sem adição de açúcar, saborizados com maracujá.

Em termos físico-químicos, o gelado com sacarose apresentou pH = 4,31 e 28,4ºBrix e entre os gelados com edulcorantes, o xilitol foi o que mais se aproximou da sacarose. O gelado com eritritol foi a amostra mais ácida e com maior teor de sólidos solúveis, enquanto o gelado com sucralose apresentou comportamento inverso.

Quanto à aceitação sensorial, de forma geral os gelados foram bem aceitos pelos consumidores, sobressaindo as amostras com sacarose e xilitol. Para o eritritol, o que desagradou os provadores, em relação à sacarose, foi o sabor, não sendo percebidas diferenças em relação à textura e à aparência. Já a sucralose, quando comparada à sacarose, desagradou em termos de aparência, textura e sabor.

Para novos estudos, sugere-se o teste de combinações do xilitol com outros edulcorantes de menor custo, além do aumento na quantidade dos géis de albedo de maracujá, linhaça e chia nas formulações com edulcorantes.

Importante registrar que o estudo foi realizado com quantitativo limitado de provadores, por conta do cenário de pandemia à época, o que traz limitações na extrapolação das análises. Os resultados do estudo indicam uma tendência, que pode ser confirmada em estudos com número mais elevado de consumidores.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, K. C. L. *et al.* A linhaça (*Linum usitatissimum*) como fonte de ácido α -linolênico na formação da bainha de mielina. **Revista de Nutrição**, v. 22, n. 5, p. 747-754, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-52732009000500015> . Acesso em: 14 abr. 2023.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa – IN nº 211, de 1º de março de 2023**. Estabelece as funções tecnológicas, os limites máximos e as condições de uso para os aditivos alimentares e os coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em alimentos. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-211-de-1-de-marco-de-2023-468509746> . Acesso em: 16 jul. 2023.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 727, de 1º de julho de 2022**. Dispõe sobre a rotulagem dos alimentos embalados. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_727_2022_.pdf/5dda644d-a6ac-428e-bb08-203e2c43ccab . Acesso em: 16 jul. 2023.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 267, de 25 de setembro de 2003**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Gelados Comestíveis. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/rdc0267_25_09_2003.html . Acesso em: 14 jul. 2023.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 778, de 1º de março de 2023**. Dispõe sobre os princípios gerais, as funções tecnológicas e as condições de uso de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia em alimentos. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-778-de-1-de-marco-de-2023-468499613> . Acesso em: 06 jul. 2023.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 239, de 26 de julho de 2018**. Estabelece os aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em suplementos alimentares. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/34380515/do1-2018-07-27-resolucao-da-diretoria-colegiada-rdc-n-239-de-26-de-julho-de-2018-34380387 . Acesso em: 06 jul. 2023.
- ARAÚJO, H. M. C. *et al.* Transformação dos alimentos: leite e laticínios. *In*: ARAÚJO, W. M. C. *et al.*, (org) **Alquimia dos alimentos**. 3. ed. Brasília: Editora Senac-DF, 2015. p. 175.
- ARAÚJO, M. F. *et al.* Kefir de água e leite: composição físico-química em diferentes substratos. **Revista brasileira de obesidade, nutrição e emagrecimento**, v. 13, n. 80, p. 645-651, 2019. Disponível em: <http://www.rbone.com.br/index.php/rbone/article/view/1036> . Acesso em: 23 maio 2023.

AZIZI, F. *et al.* Kefir and its biological activities. **Foods**, v. 10, n. 6, p. 26, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods10061210> . Acesso em: 14 abr. 2023.

BERNARDES, P. A. **Análise físico-química e sensorial de gelado comestível elaborado a partir de leite fermentado por grãos de kefir.** (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/195707> . Acesso 3 abr. 2023.

BERNARDI, S.; BODINI, R. B.; ALMEIDA, E.; FÁVARO-TRINDADE, C. S. Viabilidade de *Bifidobacterium longum* e *Bifidobacterium lactis* em sorvete de acerola. *In: XIX CBCTA*, 2004, Recife. **Anais do XIX CBCTA**. v. 1, 2004.

BESHKOVA, D. M. *et al.* Pure cultures for making kefir. **Food microbiology**, v. 19, n. 5, p. 537-544, 2002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740002002904995> . Acesso em: 2 abr. 2023.

BOURRIE, B. C. T., WILLING, B.P.; COTTER, P.D. The microbiota and health promoting characteristics of the fermented beverage kefir. **Frontiers in Microbiology**. v. 7, n. 647, 2016. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2016.00647/full> . Acesso em: 10 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007.** Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 24 out. 2007. Seção 1, p. 4. Disponível em: <https://www.abia.org.br/vsn/temp/z201886INMAPA462007.pdf> . Acesso em: 17 jul. 2023.

BRUM, J. M. **Desenvolvimento, caracterização físico-química e aceitação sensorial de frozen yogurt fermentado com grãos de kefir enriquecido com biomassa de banana verde (*Musa sp.*) e manga (*Mangifera indica*).** (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal do Pampa, 2018. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/rii/6370/1/Jessica%20Meus%20Brum%20-%202018.pdf> .Acesso em: 18 jul. 2023.

CAPITANI, M. I. *et al.* Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. **Food Science and Technology**, v. 45, n. 1, p. 94-102, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643811002131> . Acesso em: 5 jun. 2023.

CARNEIRO, I. M. M. **Gelados comestíveis.** 2019. Disponível em: http://www.regularizacaosanitaria.com.br/Content/files/manuais/22012019_174805.pdf . Acesso em: 13 jun. 2023.

CAROCHO, M. *et al.* Sweeteners as food additives in the XXI century: a review of what is known, and what is to come. **Food and Chemical Toxicology**, v. 107, p. 302-317, 2017. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691517303642> . Acesso em: 14 jun. 2023.

CHATTOPADHYAY, S., RAYCHAUDHURI, U., CHAKRABORTY, R. Artificial sweeteners – a review. **Journal of food science and technology**, v. 51, n. 4, p. 611–621, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0571-1> . Acesso em: 14 jun. 2023.

CÓRDOVA, K. R. V. *et al.* Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis Flavicarpa Degener*) obtida por secagem. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 221-230, 2005. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/4491> . Acesso em: 5 jun. 2023.

CORREIA, R. T. P. *et al.* Sorvetes elaborados com leite caprino e bovino: composição química e propriedades de derretimento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 2, p. 251-256, 2008.

COSTA, R. G. B. *et al.*, Sorvete. *In*: CRUZ, A. G. **Processamento de Produtos Lácteos**: queijos, leites fermentados, bebidas lácteas, sorvete, manteiga, creme de leite, doce de leite, soro em pó e lácteos saudáveis - Vol. III. 1. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 133-163, 2017. E-book. ISBN 9788595154032. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595154032> . Acesso em: 13 jun. 2023.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de alimentos de Fennema**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2019. E-book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582715468/> . Acesso em: 13 jun. 2023.

DERTLI, Enes; ÇON, Ahmet Hilmi. Microbial diversity of traditional kefir grains and their role on kefir aroma. **Food Science and Technology**, v. 85, p. 151-157, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643817304966> . Acesso em: 22 maio 2023.

DINIZ, J. A. *et al.* Edulcorantes artificiais: regulamentação no Brasil, implicações tecnológicas na produção de alimentos e na saúde. **Revista Uningá**, v. 59, n. 4280, p. 17, 2022. Disponível em: <https://revista.uninga.br/uninga/article/download/4280/2513/14135> . Acesso em: 15 jun. 2023.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 5ª ed. Curitiba: Champagnat, 2019. 540 p.

FARNWORTH, E. R.; MAINVILLE, I. Kefir: A fermented milk product. *In*: **Handbook of fermented functional foods**, Boca Raton-FL, ed. 1, p. 408, 2003.

FELLOWS, P J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. Porto Alegre: Artmed, 2019. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582715260> . Acesso em: 17 jul. 2023.

FERREIRA, A. G. L. **Caracterização físico-química de frozen yogurt sabor cajá-manga**. (Trabalho de conclusão de curso). UnUCET, 2011.

FERREIRA, L. de L. F. Kefir como alimento funcional. In: COSTA, N. M. B.; ROSA, C. de O. (org.). **Alimentos funcionais: componentes bioativos e efeitos fisiológicos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Rubio, 2016. cap. 11, p. 161-168.

GABRIEL, E. N.; SALOMÃO, J.; PAULA, M. C. **Elaboração de sorvete sabor creme com propriedades funcionais**. (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

GANATSIOS, V. *et al.* Kefir as a functional beverage gaining momentum towards its health promoting attributes. **Beverages**, v. 7, n. 3, p. 48, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/beverages7030048> . Acesso em: 14 abr. 2023.

GAVA, J. A. *et al.* **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2009.

GONÇALVES, A. A.; EBERLE, I. R. Frozen yogurt com bactérias probióticas. **Alim. Nutr.**, v. 19, n. 3, p. 291-297, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267449955_Frozen_yogurt_com_bacterias_probioticas . Acesso em: 18 jul. 2023.

GREMBECKA, M. Sugar alcohols as sugar substitute in food industry. In: Mérillon, J. M., Ramawat, K. (eds) **Sweeteners**. Pharmacology, biotechnology, and applications. Reference Series in Phytochemistry. Springer, p.547-573, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-27027-2_23 . Acesso em: 27 jun. 2023.

GUNER, A.; ARDIC, M.; KELES, A.; DOGRUER, Y. Production of yogurt ice cream at different acidity. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 42, n. 8, p. 948-952, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01315.x> . Acesso em: 18 jul. 2023.

HEKMAT, S.; McMAHON, D. J. Survival of Lactobacillus acidophilus and Bifidobacterium bifidum in ice cream for use as a probiotic food. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 6, p. 1415–1422, 1992. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030292778953> . Acesso em: 19 jul. 2023.

KLIEMANN, Erika. **Extração e caracterização da pectina da casca do maracujá amarelo (*Passiflora Edulis Flavicarpa*)**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) — Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/88507> . Acesso em: 6 jun. 2023.

LAGUNA, L. E. *et al.* **Sorvete com leite de cabra adicionado de ingredientes naturais**. Comunicado técnico, 135. Sobral: Embrapa caprinos e ovinos, p. 7, 2013. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/988329> . Acesso em: 13 jun. 2023.

LEITE, A. M. O. *et al.* Microbiological and chemical characteristics of Brazilian kefir during fermentation and storage processes. **Journal of dairy Science**, v. 96, ed.7, p.

4149-4159, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6263> . Acesso em: 13 abr. 2023.

LEITE, A. M. O. *et al.* Probiotic potential of selected lactic acid bacteria strains isolated from Brazilian kefir grains. **Journal of Dairy Science**, v. 98, ed. 6, p. 3622-3632, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9265> . Acesso em: 1 jun. 2023.

LIN, K. Y. *et al.* Structure of Chia Seed Polysaccharide Exudates. **Carbohydrate Polymers**, Amsterdam, v. 23, n. 1, p. 13-18, 1994. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/0144-8617\(94\)90085-X](http://dx.doi.org/10.1016/0144-8617(94)90085-X) . Acesso em: 18 jul. 2023.

LORENC, F. *et al.* Structural characterization and functional properties of flaxseed hydrocolloids and their application. **Foods**, v.11, ed. 15, n. 2304, p. 24, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods11152304> . Acesso em: 8 jun. 2023.

MACHADO, B. A. S. *et al.* Mapeamento tecnológico de patentes de kefir. **Cadernos de prospecção**. vol. 5, n. 2, p. 86-97. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/11460> . Acesso em: 16 maio 2023.

MAGALHÃES, K. T. *et al.* Brazilian kefir: structure, microbial communities and chemical composition. **Brazilian Journal of Microbiology**. v. 42, n. 2, p. 693-702, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1517-83822011000200034> . Acesso em: 14 abr. 2023.

MATSUURA, Fernando César Akira Urbano. **Estudo do albedo de maracujá e de seu aproveitamento em barra de cereais**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) — Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2005. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1599242> . Acesso em: 25 jun. 2023.

MORAIS, E. C. *et al.* Development of chocolate dairy dessert with addition of prebiotics and replacement of sucrose with different high-intensity sweeteners. **Journal of dairy science**, v. 97, n. 5, p. 2600-2609, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030214001672> . Acesso em: 3 jun. 2023.

MORE, J. C. R. S. *et al.* Kefir: características microbiológicas e métodos de fabricação. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 06, v. 4, p. 64-86, 2021. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/saude/metodos-de-fabricacao> . Acesso em: 13 abr. 2023.

MUSSATTO, S. I. Application of xylitol in food formulations and benefits for health. *In*: da Silva, S. S., Chandel, A. K. (eds) **D-Xylitol**. Fermentative production, application and commercialization. Springer, Berlin, Heidelberg. p. 309-323, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-31887-0> . Acesso em: 30 jun.2023.

NORA, Flávia Michelin Dalla (org.). **Análise sensorial clássica: fundamentos e métodos**. Canoas, RS: Mérida publishers, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-994457-0-5> . Acesso em: 30 jun. 2023.

OLIVEIRA, Cibele Freitas de. **Aplicação de diferentes tecnologias na extração de pectina presente na casca do maracujá**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Química) — Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/131046> . Acesso em: 25 jun. 2023.

OLIVEIRA, M. N. *et al.* Leites fermentados. *In*: CRUZ, A. **Processamento de Produtos Lácteos**: queijos, leites fermentados, bebidas lácteas, sorvete, manteiga, creme de leite, doce de leite, soro em pó e lácteos saudáveis - Vol. III. 1. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 14-188, 2017. E-book. ISBN 9788595154032. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595154032> . Acesso em: 14 jul. 2023.

ORDÓÑEZ PEREDA, Juan A. (org.). **Tecnologia de alimentos**. Tradução de Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, 2005. (Alimentos de origem animal; v. 2).

PARREIRAS, P. M. *et al.* Desenvolvimento de sorvete de kefir com polpa de manga: avaliação sensorial, físico-química e de bactérias ácido lácticas. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 40, n. 1, p. 109-118, 2019. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/34866> . Acesso em: 19 jul. 2023

PEIRETTI, P. G., GAI, F. Fatty acid and nutritive quality of chia (*Salvia hispânica* L.) seeds and plant during growth. **Animal feed science and technology**, v. 148, n. 2-4, p. 267-275, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840108001405> . Acesso em: 6 jun. 2023.

PEREIRA, G. das G. *et al.* Influência do pH nas características físico-químicas e sensoriais de frozen yogurt de morango. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 675–686, 2012. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/6806> . Acesso em: 18 jul. 2023.

PINTO, S. S. **Efeito da adição de *bifidobacterium* BB-12 microencapsulada sobre as propriedades de frozen iogurte**. 2012. 145 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/96478> Acesso em: 10 jul. 2023.

PLETSCH, L. B. H.; SEVERO, J.; HERMANN, G.; PREICHARDT, L. D. Gelado comestível de kefir adicionado de polpa de jabuticaba e morango. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, v. 74, n. 1, p. 39-50, 2019.

PRADO, M. R. *et al.* Milk kefir: composition, microbial cultures, biological activities, and related products. **Frontiers in Microbiology**, v.6, 1177, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26579086/> . Acesso em: 16 maio 2023.

RENHE, I. R. T.; WEISBERG, E.; PEREIRA, D. B. C. Indústria de gelados comestíveis no Brasil. **Informe Agropecuário**, v. 36, n. 284, p. 81-86, 2015.

RIBEIRO, T. R. *et al.* Adoçantes artificiais e naturais: propriedades químicas e biológicas, processos de produção e potenciais efeitos nocivos. **Revista virtual de química**, v. 12, n. 5, p. 1278-1318, 2020. Disponível em: https://rvq.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=1254 . Acesso em: 06 jun. 2023.

RONCATTO, G. Desenvolvimento vegetativo do maracujazeiro-azedo sobre espécies e híbridos de maracujazeiros porta-enxertos no Norte-MT. *In: Congresso brasileiro de fruticulture, 27.; ENFRUTE, 17.* Valorização da ciência brasileira para a produção de frutas: livro de anais. Florianópolis, SC: Epagri, p. 1541-1543, 2022. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1150876> . Acesso em: 6 jul. 2023.

ROSA, D. D. *et al.* Milk kefir: nutritional, microbiological and health benefits. **Nutrition Research Reviews**, v. 1, p. 82-96, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0954422416000275> . Acesso em: 24 abr. 2023.

SALES, R. L., COSTA, N. M. B. Linhaça: nutrientes, compostos bioativos e efeitos fisiológicos *In: COSTA, N. M. B.; ROSA, C. de O. (org.). Alimentos funcionais: componentes bioativos e efeitos fisiológicos.* 2. ed. Rio de Janeiro: Rubio, 2016. cap. 16, p. 217-228.

SANTOS, F. L. *et al.* Kefir: uma nova fonte alimentar funcional? **Diálogos & ciência.** (online), v.10, p. 1-14, 2012. Disponível em: https://www2.ufrb.edu.br/kefirdoreconcavo/images/22_03_12_artigo01.pdf . Acesso em: 4 abr. 2023.

SANTOS, F. L. Leite fermentado kefir. *In: SANTOS, F. L. (org.). Kefir: propriedades funcionais e gastronômicas.* Cruz das Almas, Bahia: UFRB, 2015. p. 124.

SANTOS, João Paulo Victorino. **Avaliação da microbiota de grãos de kefir e atividade inibidora da bebida sobre algumas bactérias patogênicas.** 2008. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2008. Disponível em: <http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/7734> . Acesso em: 14 abr. 2023.

SARKAR, S. Potential of kefir as a dietetic beverage- a review. **British food journal**, v. 109, n.4, p. 280-290, 2007.

SHEET, B. S. *et al.* Some alternative sweeteners (xylitol, sorbitol, sucralose and stevia): review. **Karaelmas science and engineering journal**, v. 4, n. 1, p. 63-70, 2014. Disponível em: <https://dergipark.org.tr/en/pub/karaelmasfen/issue/57127/806019> . Acesso em: 25 jun. 2023.

SOUZA, F. G.; BARBOSA, F. F.; RODRIGUES, F. M. Avaliação de geleia de tamarindo sem pectina e com pectina proveniente do albedo do maracujá amarelo. **J. Bioen. Food Sci.**, v. 3, n. 72, p. 78-88, 2016.

UR-REHMAN, S. *et al.* Xylitol: a review on bioproduction, application, health benefits, and related safety issues. *Critical reviews in food science and nutrition*, v. 55, n. 11, p. 1514-28, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.702288> . Acesso em: 27 jun. 2023.

WESCHENFELDER, S. **Caracterização do kefir tradicional quanto à composição físico-química, sensorialidade e atividade anti-Escherichia coli**. 2009. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2009. Disponível em: <https://www2.ufrb.edu.br/kefirdoreconcavo/images/Weschenfelder.pdf> . Acesso em: 24 abr. 2023.

WESCHENFELDER, S. *et al.* Caracterização físico-química e sensorial do kefir tradicional e derivado. **Arq. Bras. Med. Veterinária. Zootec.**, Belo Horizonte, MG, v. 63, n. 2, p. 473-480, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352011000200027> . Acesso em: 24 abr. 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION; FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Codex Standard for Fermented Milks 243-2003**. p. 2. Disponível em: http://files.foodmate.com/2013/files_1018.html . Acesso em: 11 maio 2023.

ZANIRATI, D. F. **Caracterização de bactérias lácticas da microbiota de grãos de Kefir cultivados em leite ou água com açúcar mascavo por metodologias dependentes e independentes de cultivos**. 2012. Dissertação de mestrado (Genética) — Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/BUBD-92HFKK> . Acesso em: 4 abr. 2023.

**APÊNDICE A — MODELO DA FICHA ENTREGUE AOS PROVADORES PARA
REALIZAÇÃO DOS TESTES SENSORIAIS DE ACEITAÇÃO E IDEAL DE
DOÇURA**

Nome: _____ Data: _____

Você está recebendo **uma amostra de sorvete de maracujá**.

Avalie a doçura do sorvete e indique na escala abaixo a sua opinião:

- Muito mais doce
- Ligeiramente mais doce
- Doce na medida certa
- Ligeiramente menos doce
- Muito menos doce

Indique o quanto você **gostou ou desgostou da amostra**:

- 9 – Gostei muitíssimo
- 8 – Gostei muito
- 7 – Gostei moderadamente
- 6 – Gostei ligeiramente
- 5 – Nem gostei / nem desgostei
- 4 – Desgostei ligeiramente
- 3 – Desgostei moderadamente
- 2 – Desgostei muito
- 1 – Desgostei muitíssimo

	Amostra _____
Aparência	
Aroma	
Sabor	
Textura	
Aceitação de forma geral (global)	

Comentários: _____
