

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA - UFU
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA – FEQUI
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS – CAMPUS PATOS DE MINAS

PABLO VIANA RIBEIRO

**ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE
DOCE DE LEITE ELABORADO COM POLIÓIS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATOS DE MINAS
2023

PABLO VIANA RIBEIRO

**ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE
DOCE DE LEITE ELABORADO COM POLIÓIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Uberlândia, Campus
Patos de Minas, como exigência para a obtenção
do Diploma de Graduação em Engenharia de
Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Michelle Andriati
Sentanin

Coorientadora: Profa. Dra. Marieli de Lima

PATOS DE MINAS

2023



HOMOLOGAÇÃO Nº 91

PABLO VIANA RIBEIRO

Caracterização de Doce de Leite Elaborado com Polióis

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado nesta data para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) - *campus* Patos de Minas (MG) pela banca examinadora constituída por:

Prof.^a Dr.^a Michelle Andriati Sentanin
Orientadora - FEQUI/UFU

Prof.^a Dr.^a Marieli de Lima
Coorientadora - FEQUI/UFU

Prof.^a Dr.^a Marta Fernanda Zotarelli
FEQUI/UFU

M.^a Carla Ferreira de Lima
IBTEC/UFU

Patos de Minas, 10 de julho de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Michelle Andriati Sentanin, Presidente**, em 10/07/2023, às 15:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marta Fernanda Zotarelli, Membro de Comissão**, em 10/07/2023, às 15:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marieli de Lima, Membro de Comissão**, em 10/07/2023, às 15:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carla Ferreira de Lima, Membro de Comissão**, em 10/07/2023, às 15:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4487643** e o código CRC **CA02ED4E**.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, eu queria falar que não existem palavras o suficiente para descrever o quanto eu sou grato e quero agradecer a minha família, por estarem juntos e me apoiando em cada momento de minha vida independente de qualquer situação.

Agradeço também a minha Orientadora Dra. Michelle Andriati Sentanin e a minha Coorientadora Dra. Mariele de Lima, por toda a paciência, amizade, atenção, companheirismo e dedicação que tiveram para me ensinar e me aturar neste trabalho.

Também quero mostrar minhas gratidões a todas as pessoas que conheci e amigos que fiz no decorrer de todo esse tempo, pois cada pessoa é importante para moldarmos a nossa essência e sermos quem somos hoje. Seja esta experiência boa ou ruim, tudo você consegue aproveitar e tirar uma lição importante para seu crescimento pessoal e/ou profissional.

Dando ênfase nas amizades, agradeço a todos e em especial minha melhor amiga Camila Takao, por ter passado todos esses anos e todas as dificuldades da faculdade do meu lado, um incentivando o outro, levando a um período mais leve, alegre e de muitos ensinamentos.

“A amizade duplica as alegrias e divide as tristezas.” Francis Bacon

Agradeço também a todos os professores, servidores e técnicos que tive aula e contato na UFU de Patos de Minas, pela atenção, dedicação com o serviço, profissionalismo e paciência para me ensinar.

*“A vida só pode ser compreendida, olhando-se para trás;
mas só pode ser vivida, olhando-se para frente” - Søren
Kierkegaard*

*“Nunca existiu uma grande inteligência sem uma veia de
loucura” – Aristóteles*

*“Estou convencido das minhas próprias limitações - e esta
convicção é minha força.” -*

Mahatma Gandhi

RESUMO

O leite é um dos alimentos mais nutritivos do mundo. Através dele, podem ser gerados diversos derivados, como por exemplo o doce de leite, produto bastante característico no Sul da América Latina. Tipicamente em sua fabricação ocorre a adição de açúcar, em especial a sacarose, que afere sabor, consistência e outras características ao produto. Contudo, o consumo excessivo de açúcar promove diversos problemas de saúde, e devido a isso, órgãos regulatórios alertaram quanto à necessidade de controlar seu consumo. Dentre as soluções encontradas para a redução, tem-se a substituição parcial ou completa de sacarose por outros adoçantes menos calóricos. Então, o objetivo deste trabalho foi desenvolver formulações de doce de leite pastoso com adoçantes alternativos à sacarose, e caracterizá-los quanto à composição centesimal e físico-química. Os doces foram produzidos com sacarose (DLP), xilitol e sucralose (DLX) e eritritol e sucralose (DLE). Todas as formulações apresentaram coloração marrom caramelo. Quanto à umidade, os doces variaram entre 29,67 e 35,79%. Todos os doces também apresentaram teores de proteínas superiores a 5%, variando entre 13,27 e 17,19%. Para todas as formulações, os teores de gordura encontrados permitem classificá-los como doce de leite com creme, já que estão acima de 9%. A quantidade de cinzas obtida das formulações variou entre 2,48 e 3,81%. As quantidades de carboidratos presentes nas amostras apresentaram variação de 33,35 a 43,58%. Todos os doces de leite apresentaram valores altos de atividade de água, sugerindo que são mais susceptíveis ao crescimento microbiano. O pH variou pouco entre os doces elaborados (7,12 a 7,43), e o doce que apresentou maior acidez foi o elaborado com xilitol e sucralose (1,13%), seguido da formulação com eritritol e sucralose (0,71%) e da formulação com sacarose (0,31%). As três formulações desenvolvidas apresentaram coloração mais escura, e tendência ao vermelho e amarelo. Os resultados obtidos para os doces formulados, nas análises de textura quanto à dureza, adesividade, coesividade e gomosidade são condizentes com doces do tipo pastoso, e refletem as diferenças de carboidratos utilizados nas formulações. Embora existam obstáculos tecnológicos na elaboração de doces de leite sem sacarose, este estudo indica que sua produção é viável.

Palavras-chave: Doce de leite; Xilitol; Eritritol; Adoçante; Polióis; Sacarose.

ABSTRACT

Milk is one of the most nutritious foods in the world. Several derivatives can be generated through it, such as dulce de leche, a characteristic product in southern Latin America. Typically, sugar is added in its manufacture, mainly sucrose, which gives flavor, consistency, and other characteristics to the product. However, excessive sugar consumption promotes several health problems, and due to this, regulatory bodies have warned about the need to control its consumption. Among the solutions found for the reduction, is the partial or complete replacement of sucrose by other less caloric sweeteners. So, this work aimed to develop pasty dulce de leche formulations with alternative sweeteners to sucrose and to characterize them in terms of chemical and physical-chemical composition. The sweets were produced with sucrose (DLP), xylitol and sucralose (DLX), erythritol and sucralose (DLE). All formulations showed a caramel-brown color. As for moisture, the sweets ranged between 29.67 and 35.79%. All sweets also had protein contents greater than 5%, ranging from 13.27 to 17.19%. The fat contents for all formulations allow classifying them as dulce de leche with cream since they are above 9%. The amount of ash obtained from the formulations varied between 2.48 and 3.81%. The amounts of carbohydrates in the samples ranged from 33.35 to 43.58%. All dulce de leche showed high water activity values, suggesting they are more susceptible to microbial growth. The pH varied little between the prepared sweets (7.12 to 7.43), and the sweet that presented the highest acidity was the one made with xylitol and sucralose (1.13%), followed by the formulation with erythritol and sucralose (0.71 %) and the formulation with sucrose (0.31%). The three formulations developed showed a darker color and a tendency to red and yellow. The results obtained for the formulated sweets, in the texture analysis regarding hardness, adhesiveness, cohesiveness, and gumminess, are consistent with pasty-type sweets and reflect the differences in carbohydrates used in the formulations. Although there are technological obstacles in elaborating sucrose-free dulce de leche, this study indicates that its production is feasible.

Keywords: Dulce de leche; Xylitol; Erythritol; Sweetener; Polyols; Sucrose.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma da produção de doce de leite pastoso.....	18
Figura 2. Quantidade de pessoas com diabetes ao redor do mundo em 2021.....	21
Figura 3. Fluxograma das etapas de produção de doce de leite pastoso utilizado.	32
Figura 4. Coleta do leite usado para a produção dos doces.....	32
Figura 5. Processo de calcinação na chapa aquecedora	34
Figura 6. Butirômetro após o banho maria.....	35
Figura 7. Avaliação de amostra de doce de leite no texturômetro	37
Figura 8. Doces de leite obtidos nos testes preliminares para definição do processo adequado de preparo: a) Doces de leite do teste 1; b) Doces de leite do teste 2; c) Doces de leite do teste 3.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição Química e mineral média de sete doces de leite industriais.....	19
Tabela 2. Formulações para elaboração dos doces de leite	31
Tabela 3. Formulações dos testes preliminares	38
Tabela 4. Resultados das variáveis analisadas no leite	40
Tabela 5. Valores da composição centesimal para os doces de leite elaborados	40
Tabela 6. Composição centesimal de doces de leite comerciais com adoçantes	41
Tabela 7. Caracterização físico-química de doces de leite elaborados x comerciais com adoçantes	45
Tabela 8. Mudança global de cor (ΔE).....	47
Tabela 9. Parâmetros do perfil de textura instrumental (TPA) dos doces elaborados e comerciais.....	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Umidade de produtos com sacarose em comparação a produtos com outros tipos de adoçantes.	42
Quadro 2. Parâmetros de cor instrumental (valores mínimos e máximos) obtidos por outros autores na avaliação de doces de leite.....	48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS.....	15
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3.1	Panorama de produção do leite e seu potencial como ingrediente	16
3.2	Produção e desenvolvimento de produtos derivados: doce de leite	17
3.3	Problemas relacionados ao consumo de açúcar.....	20
3.4	Alternativas ao emprego da sacarose.....	21
3.5	Polióis: características e uso no desenvolvimento de produtos.....	24
3.5.1	Xilitol	25
3.5.2	Eritritol.....	26
3.6	Aspectos que influenciam no doce de leite	26
3.6.1	Capacidade tamponante	27
3.6.2	Reguladores de acidez.....	27
3.6.3	Reação de Maillard	28
3.6.4	Arenosidade em doce de leite.....	30
4	MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1	Materiais.....	30
4.2	Formulação dos doces de leite.....	31
4.3	Composição centesimal.....	33
4.3.1	Cinzas.....	33
4.3.2	Lipídeos.....	34
4.3.3	Proteínas.....	35
4.3.4	Umidade	35
4.3.5	Carboidratos	36
4.4	Caracterização físico-química	36
4.4.1	Teor de sólidos solúveis	36
4.4.2	Acidez titulável.....	36
4.4.3	pH	36
4.4.4	Atividade de água	36
4.4.5	Textura instrumental	36
4.4.6	Cor instrumental	37
4.4.7	Aquisição e avaliação dos doces de leite comerciais elaborados com adoçantes	37
5	RESULTADOS PRELIMINARES.....	38

6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
6.1	Caracterização da matéria-prima (leite).....	39
6.2	Composição centesimal dos doces de leite elaborados x comerciais	40
6.2.1	Umidade	41
6.2.2	Proteínas.....	43
6.2.3	Lipídeos.....	43
6.2.4	Cinzas.....	44
6.2.5	Carboidratos	44
6.3	Caracterização físico-química dos doces de leite elaborados x comerciais.....	45
6.3.1	Atividade de água	45
6.3.2	pH e acidez	46
6.3.3	Cor	47
6.3.4	Perfil de textura	49
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
8	REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

O leite é um alimento muito rico, sendo considerado a principal fonte de cálcio para a alimentação humana (FAO, 2013). Seus derivados também são de grande importância, pois contêm alto valor nutricional devido à quantidade de vitaminas, minerais e proteínas existentes nesses alimentos (AMANCIO, 2015; MUNIZ et al., 2013).

Um dos derivados lácteos de destaque é o doce de leite, produto característico da América Latina, sendo bastante apreciado principalmente na Argentina e no Brasil (GIMÉNEZ et al., 2008). O produto apresenta boa estabilidade química e microbiológica, mas baixa estabilidade física, decorrente de processos como a cristalização da lactose e dos açúcares adicionados, aferindo uma textura arenosa, que pode ser atribuída ao fato deste alimento ser rico em carboidratos, fornecendo de 40 a 80% da energia total ingerida diariamente (DEMIATE et al., 2002; HAGGER et al., 2017; ONAOLAPO et al., 2020; ROCHA et al., 2017).

O principal carboidrato do doce de leite é a sacarose, correspondente a cerca de 20% do produto. Tal quantidade de açúcar adicionado caracteriza esse derivado lácteo, segundo as novas diretrizes brasileiras de rotulagem nutricional, em um alimento com alto teor de sacarose. O açúcar, se consumido de maneira exagerada, pode se tornar prejudicial à saúde, pois sofre conversão, por meio de reações, que podem acarretar depleção de vitaminas, cáries, síndromes metabólicas, doenças cardiovasculares, doença hepática gordurosa não alcoólica e, decorrente da perda de vitaminas, também pode ocasionar carências nutricionais, além de um problema muito recorrente de saúde pública, o diabetes (BRAY, 2013; BRAZ et al., 2019).

Nos últimos anos, a demanda da população por alimentos mais saudáveis e de menor teor calórico aumentou. Para atender a esse novo mercado crescente, e na tentativa de minimizar o impacto do consumo elevado de açúcares, o segmento de alimentos vêm tentando utilizar outros edulcorantes, naturais e sintéticos, em substituição parcial ou total à sacarose. Dentre esses edulcorantes estão xilitol, eritritol, maltose, maltodextrina, estévia, sorbitol e sucralose, dentre outros (SARAIVA et al., 2020; VALLE et al., 2020).

Adoçantes artificiais são substâncias sintéticas alternativas ao açúcar, apresentando maior poder adoçante que a sacarose e baixo teor calórico, e ganharam bastante mercado desde a época de 80 (MUÑOZ et al., 2022; MOORADIAN et al., 2017). Além dos adoçantes artificiais, existem os adoçantes naturais, que também podem substituir a sacarose, e representam um grande mercado potencial (MORA et al., 2021). Dentre as opções de adoçantes naturais está o grupo dos polióis, carboidratos com poder edulcorante e valor calórico menores que a sacarose, e que têm se mostrado uma boa alternativa ao emprego do açúcar comum. São parte desse grupo

compostos como sorbitol, isomalte, manitol, maltitol, lactiol, xilitol e eritritol (RIBEIRO; PIROLLA; NASCIMENTO-JÚNIOR, 2020).

O xilitol está sendo utilizado como adoçante desde a década de 60, e tem se mostrado importante pelas propriedades físico-químicas e tecnológicas. Ele apresenta elevada estabilidade química e microbiológica, e por não participar da reação de Maillard, não promove redução no valor nutricional de proteínas em alimentos (MUSSALTO; ROBERTO, 2002). Ainda, é muito explorado devido à sua característica de não ocasionar a formação de cáries, pois as bactérias responsáveis por essa doença bucal não conseguem metabolizá-lo (EDWARDS et al., 2016; MUSSATO; ROBERTO, 2002).

O eritritol é um açúcar derivado de álcool, possui baixo índice glicêmico e oferece apenas 0,2 quilocalorias por grama do edulcorante (VÁSQUEZ et. al., 2017; TASSO; SANTOS; SEIBEL, 2020). Apresenta, em relação aos demais polióis, maior tolerância digestiva, e por isso pode ser utilizado em maior quantidade e empregado em diversos tipos de produtos, seja no ramo alimentício, ou na indústria de cosméticos (KOBAYASHI et al., 2015; RIBEIRO; PIROLLA; NASCIMENTO-JÚNIOR, 2020).

Em decorrência da alta demanda por produtos mais saudáveis, e ao mesmo tempo com atributos sensoriais desejáveis, torna-se interessante desenvolver novas versões de alimentos já popularizados, com o emprego de ingredientes que acarretam menos problemas a saúde.

2 OBJETIVOS

Objetivo geral

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver formulações de doce de leite com o propósito de reduzir o emprego de açúcares adicionados, utilizando para isso diferentes edulcorantes, como xilitol, eritritol e sucralose.

Objetivos específicos

- Elaborar três formulações de doce de leite, empregando dois diferentes polióis e um edulcorante sintético: doce de leite com xilitol e sucralose (DLX), doce de leite com eritritol e sucralose (DLE) e doce de leite padrão (tradicional), elaborado com sacarose (DLP);
- Adquirir doces de leite comerciais elaborados com adoçantes, a fim de compará-los às formulações elaboradas na etapa anterior;
- Avaliar as características físicas (pH, cor instrumental e textura) de todos os doces (elaborados e os comerciais);
- Determinar a composição centesimal dos doces de leite elaborados (umidade, cinzas, lipídeos, proteínas e carboidratos);
- Observar as diferenças físico-químicas e da composição centesimal entre os doces de leite elaborados e os doces de leite comerciais.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Panorama de produção do leite e seu potencial como ingrediente

O consumo do leite ou de seus derivados de maneira diária contribui com a formação e manutenção da estrutura óssea, além de diversos outros benefícios, por exemplo, desenvolvimento muscular, redução de incidência de doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer (AMANCIO, 2015; MUNIZ et al., 2013).

O principal carboidrato presente no leite é a lactose que, fisiologicamente, contribui para a absorção intestinal de cálcio, magnésio e fósforo presentes no leite, assim como na utilização de vitamina D pelo organismo. O ácido linoleico conjugado (CLA) é uma mistura de isômeros cis e trans presentes no leite, o qual tem sido associado a benefícios à saúde como melhora da condição cardiovascular e do sistema imunológico (FAO, 2013).

O leite é considerado uma fonte importante de proteínas para a alimentação humana, já que possui em torno 30 gramas desse nutriente por litro. Além de ser um teor significativo, essas proteínas possuem um alto valor biológico, já que contemplam aminoácidos essenciais em adequadas quantidades para suprir as necessidades humanas. Além disso, o leite fornece vitaminas, tanto lipossolúveis, como a vitamina A, quanto hidrossolúveis, com destaque para as do complexo B (FAO, 2013).

O Brasil é um dos maiores produtores de leite no mundo, ocupando o terceiro lugar no ano de 2021, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da Índia, de acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (BRASIL, 2021; FAO, 2019). Para isso, a produção foi crescendo substancialmente nas últimas décadas, passando por diversas mudanças na produção, produtividade e por alterações geográficas, tendo uma produção de leite estimada em 35,3 bilhões de litros em 2021, números que demonstram estabilidade na comparação com 2020. A produção da região Sudeste, em específico, teve uma taxa de crescimento médio de 1,4% por ano de 1997 a 2018, representando um aumento de mais de 3 bilhões de litros de leite, sendo uma região muito significativa na pecuária leiteira do Brasil (IBGE, 2018; IBGE, 2022).

O estado de Minas Gerais, apesar de ter passado por uma queda de 0,8% no ano de 2020, se manteve responsável pela maior produção nacional de leite, 27,2% ou 9,6 bilhões de litros. Entre os municípios brasileiros que tiveram alguma produção de leite, a liderança foi de Castro (PR), com um aumento de 4,9% em relação a 2020. Carambeí (PR) ficou em segundo lugar, com 227,8 milhões de litros. O terceiro foi Patos de Minas (MG), com 206,0 milhões de litros.

Além disso, vale ressaltar que mais da metade dos 10 principais municípios em produção de leite foram mineiros (IBGE, 2022).

3.2 Produção e desenvolvimento de produtos derivados: doce de leite

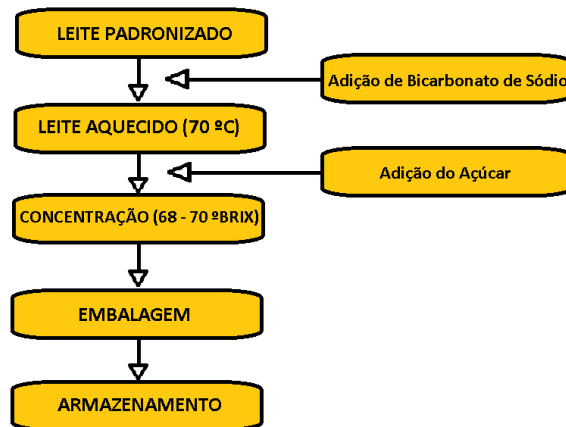
O doce de leite é um derivado lácteo concentrado obtido através de tratamento térmico, e apresenta alto valor energético, altos níveis de proteínas, minerais e carboidratos. É um produto versátil, que pode ser consumido como sobremesa, combinado com pães, frutas, queijos, além de ser utilizado na confeitaria e produção de sorvetes. O consumo de doce de leite é maior na América Latina, principalmente na Argentina, Uruguai e Brasil. O produto é exportado para a União Europeia e Estados Unidos, mas em menores quantidades (GAZE et al., 2015a; GAZE et al., 2015b; RANALLI et al., 2017; SILVA et al., 2015; STEPHANI et al., 2019).

Segundo a portaria do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) nº 354 de 04 de setembro de 1997, “*Entende-se por Doce de Leite o produto, com ou sem adição de outras substâncias alimentícias, obtido por concentração e ação do calor a pressão normal ou reduzida do leite ou leite reconstituído, com ou sem adição de sólidos de origem láctea e/ou creme adicionado de sacarose (parcialmente substituída ou não por monossacarídeos e/ou outros dissacarídeos)*”.

Segundo dados de Inspeção Federal, publicados no livro Brasil Dairy Trends (2020), o Brasil produziu em 2020 aproximadamente 66,1 mil toneladas de doce de leite, e a região Sudeste foi responsável por 62,1% da produção do produto no Brasil. A região de Minas Gerais foi responsável por entregar valores próximos a 38,4 mil toneladas do produto, que equivalem a 58,1% da produção brasileira. Segundo o portal do Governo Federal Comex Stat, de 2016 para 2021 a exportação do doce de leite cresceu 441%, no qual os maiores importadores foram os Estados Unidos e os países vizinhos da América Latina (BRASIL, 2022; BRASIL, 2023).

A Figura 1 mostra um fluxograma com as etapas de fabricação do doce de leite pastoso.

Figura 1. Fluxograma da produção de doce de leite pastoso.



Fonte: Adaptado de VIEIRA; JÚNIOR (2004); GARCIA; CERBELLA; MATEUS (2014).

A primeira etapa na elaboração do doce de leite é a padronização da principal matéria-prima, o leite, em relação ao teor de gordura (normalmente as indústrias estabelecem o leite integral com 3% de gordura), com a finalidade de evitar problemas futuros na textura do produto, pois pode haver a ocorrência de grânulos, mesmo com a adição de neutralizador de acidez, devido ao excesso de gordura. A segunda etapa é a adição de bicarbonato de sódio, em proporções adequadas, para regular a acidez do meio para 13° Dornic, o que evita a textura arenosa no produto, atributo indesejável sensorialmente, e contribui com o desenvolvimento da cor. Na terceira etapa ocorre o aquecimento da mistura a aproximadamente 70°C, e então a sacarose é adicionada, iniciando-se o processo de concentração, que é finalizado quando atinge-se concentração de sólidos solúveis entre 68 e 70 ° Brix. Na etapa posterior, o doce é parcialmente resfriado, até cerca de 35°C, e então envasado.

Na elaboração do doce de leite normalmente se usa o leite cru, submetido à pasteurização, o que pode acarretar variações nutricionais e sensoriais, perdas de vitaminas e compostos voláteis, além do desenvolvimento de reação de Maillard e surgimento de compostos com fatores antinutricionais (ocasionam malefícios a saúde humana), que são identificados quando há a presença de 5-hidroximetilfurfural (HMF) ou do furfural. Pode ocorrer, ainda, a formação de compostos aromáticos indesejáveis e alterações no perfil de ácidos graxos (CAPPATO et al., 2018; COUTINHO et al., 2018; JAEGER et al., 2010; NUNES; TAVARES, 2019). O produto tem concentração mínima de 68% de sólidos totais, decorrida de ebulição, além da adição de outras substâncias como o açúcar, ou adoçante, para aferir seu sabor característico, e do bicarbonato de sódio, para evitar a coagulação da caseína presente no leite

e assim favorecer a reação de Maillard, que é responsável pela cor marrom no doce de leite (GIMÉNEZ et al., 2008).

Mediante a cristalização da lactose e dos outros açúcares, há necessidade de se aumentar a estabilidade física. Para isso, pode-se utilizar o amido de milho, com concentrações limites de 0,5 g/100 ml, segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) (1997). O amido retém água e auxilia no controle da cristalização da lactose, além de aumentar o rendimento do produto final (ROCHA et al., 2017; SILVA et al., 2015)

A composição do doce de leite é bastante variável em relação ao ponto do produto, pois a variação na quantidade de umidade levará a uma variação na concentração dos sólidos presentes. Aspectos como o percentual de gordura do leite utilizado, ou seja, se ele é integral, desnatado ou semidesnatado também impacta de maneira significativa na composição química e mineral do doce de leite final (STHEPHANI et al., 2019).

Decorrente do doce de leite ser proveniente do leite evaporado, muitos nutrientes presentes permanecem nele, levando a um produto com bons valores nutricionais devido às proteínas e cálcio existentes e um alto valor energético devido aos açúcares. Na Tabela 1 é possível observar uma média da composição mineral e química de 7 doces de leite industriais.

Tabela 1. Composição Química e mineral média de sete doces de leite industriais

Parâmetro	Média
Proteína (g/100g)	4,94 ± 0,44
Gordura (g/100g)	5,66 ± 0,36
Cinzas (g/100g)	1,78 ± 0,01
Umidade (g/100g)	25,38 ± 0,93
Ácido láctico (g/100g)	0,37 ± 0,00
pH	6,25 ± 0,02
Na (g/100g)	0,13 ± 0,00
K (g/100g)	0,36 ± 0,00
Ca (g/100g)	0,30 ± 0,00
P (g/100g)	0,21 ± 0,00

Fonte: Adaptado de Gaze et al., 2015a.

3.3 Problemas relacionados ao consumo de açúcar

A ingestão de açúcar em quantidades elevadas leva a diversas perdas nutricionais e problemas de saúde, como diabetes, cáries, ganho de peso, hipertensão e doenças cardiovasculares, e em crianças pode levar a problemas de déficit de atenção/hiperatividade (TDAH), além de outras doenças mentais como a depressão (BRAZ et al., 2019; BRAY, 2013; HU et al., 2019; YU et al., 2016). Contudo, os dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) mostram que há um crescimento na ingestão de açúcar nos países em desenvolvimento. Nesse sentido, os alimentos processados são os que mais influenciam nessa ingestão excessiva de açúcar, onde os ultraprocessados chegam a 90% da ingestão média total de açúcar (OCDE/FAO, 2019; STEELE et al., 2016)

Mediante aos problemas ocasionados pelo consumo excessivo de açúcar, o Ministério da Saúde e a Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (ABIA) buscam elaborar metas gradativas e voluntárias para sua redução em alimentos processados, de um modo semelhante ao ocorrido nos acordos de redução de sódio (BRAZ et al., 2019; IDEC, 2014).

Dos problemas acarretados pelo consumo excessivo de açúcar, a diabetes é um dos problemas mais preocupantes. Trata-se de uma síndrome metabólica de origem múltipla, decorrente da falta de insulina e/ou da incapacidade de sua produção exercer adequadamente seus efeitos, caracterizando altas taxa de açúcar no sangue (hiperglicemia) de forma permanente. A diabetes acarreta problemas vasculares, decorrentes da aceleração dos processos ateroscleróticos (depósitos de gorduras, cálcio e outros componentes nas paredes das artérias). Além disso, a hiperglicemia crônica e a insulinopenia levam às complicações microvasculares e macrovasculares, podendo levar a infarto agudo no miocárdio (EAM), acidente vascular cerebral (AVC) e doença arterial periférica (FAN, 2017; SPD, 2017).

Na diabetes *mellitus* (DM), a principal causa de morte são as doenças cardiovasculares, e mais de 70% dos doentes apresentam a diabetes *mellitus* tipo 2. O Observatório Nacional de Diabetes destaca a diabetes *mellitus* como responsável por valores de 29,5% para internamentos por AVC e 32,4% por EAM. Ressaltaram também que a taxa de mortalidade para quem têm DM e EAM foi de 0,7% maior (SPD, 2017; Direção-Geral da Saúde, 2016; LAAKSO, 2008). Segundo a 10ª edição do atlas de diabetes IDF, em 2021 existiam 537 milhões de pessoas entre 20 e 79 anos no mundo com diabetes, e em 2030 estima-se que existam 643 milhões de pessoas diabéticas. Além disso, a diabetes foi responsável por 6,7 milhões de mortes no ano de 2021 e um custo gerado de 966 bilhões de dólares em saúde. No Brasil, existem mais de 13 milhões de

pessoas com diabetes, equivalentes a 6,9% da população, e em 2018 o país gastou um valor expressivo de 1,035 bilhão de reais com a doença (AGUIAR et al., 2019; NILSON et al., 2018).

Na Figura 2 é possível observar a quantidade de pessoas ao redor do mundo com diabetes (IDF, 2021).

Figura 2. Quantidade de pessoas com diabetes ao redor do mundo em 2021.



Fonte: Adaptado de IDF, 2021.

Problemas de saúde como a diabetes estimulam a busca por alimentos mais saudáveis, pois a população procura evitar o desenvolvimento dessas doenças, ou, no caso delas já existirem, almeja-se estabilizá-las ou retrocedê-las.

3.4 Alternativas ao emprego da sacarose

Em função da busca por uma dieta mais saudável e equilibrada, a utilização de adoçantes tem ganhado cada vez mais mercado, e notou-se o aumento da procura pelos adoçantes naturais, em detrimento dos sintéticos. Consequentemente, diversos produtos doces já comercializados estão ganhando suas versões com adoçante natural, e muitos pesquisadores têm estudado adoçantes naturais e sintéticos como substitutos à sacarose. Alguns exemplos de substitutos incluem mel, xilitol, eritritol, maltose, maltodextrina, estévia, melaço, açúcar de coco e açúcar de tâmara. (SARAIVA et al., 2020; VALLE et al., 2020).

Dentre os edulcorantes substitutos à sacarose estão os adoçantes artificiais. O primeiro deles, sacarina, foi descoberto em 1879, e passou a ser comercializado poucos anos depois. A

partir daí, diversos outros foram descobertos e incorporados aos produtos comercializados. Seis deles foram aprovados como aditivos alimentares pela *Food and Drug Administration* (FDA), e são o aspartame, a sacarina, a sucralose, o neotame o advantame e o acessulfame-k. (MOORADIAN et al., 2017; SARAIVA et al., 2020; VALLE et al., 2020). No Brasil, é permitida a comercialização de acessulfame de potássio, aspartame, ciclamato, eritritol, esteviosídeo, manitol, sacarina, sorbitol, sucralose, xilitol, dentre outros, de acordo com a RDC nº 18 de 24 de março de 2008. Estes adoçantes possuem baixo teor calórico e elevado poder de doçura, levando a grande interesse comercial, porém seu valor nutricional é baixo, além de propiciarem a ativação incompleta de vias de recompensa alimentar, levando o indivíduo a buscar consumir mais doces e alimentos de alta caloria. Ainda, foram relatadas respostas controversas sobre o uso dos adoçantes artificiais, quanto à saúde e segurança, levando a uma relutância em seu uso (MUÑOZ et al., 2022; MOORADIAN et al., 2017).

O aspartame, denominado quimicamente como o éster 1-metílico da *N*-(*L*- α -aspartil)-*L*-fenilalanina, é um dipeptídeo composto por dois aminoácidos (fenilalanina e aspartato), foi descoberto ao acaso, por químicos de uma indústria farmacêutica quando sintetizavam um tetrapeptídeo, e passou a ser comercializado a partir de 1965. Apresenta poder de doçura 180 vezes superior à sacarose, foi o primeiro adoçante aprovado pelo FDA e utilizado em grandes empresas como a Coca-Cola. Contudo, seu uso tem sido controverso, e seu consumo foi associado a problemas de saúde como disfunção renal, hepatotoxicidade e estresse oxidativo (FDA, 2019; ARDALAN et al., 2017; CHOUDHARY; PRETORIUS, 2017).

O neotame foi desenvolvido em 1960, pela empresa NutraSweet Company, aprovado pelo FDA em 2002 e desde então passou a ser utilizado em gomas de mascar, doces, suplementos, sucos, em produtos farmacêuticos, refrigerantes, entre outros. É cerca de 13000 vezes mais doce que a sacarose e 60 vezes mais que o aspartame. Ele não é acumulado no organismo, pois pode ser rapidamente metabolizado e eliminado através da urina e fezes, 72 h após ingestão. No entanto, sabe-se que neotame pode ocasionar efeitos nocivos à saúde como variações nas bactérias intestinais e nas concentrações de metabólitos fecais (RIBEIRO; PIROLLA; NASCIMENTO-JÚNIOR, 2020).

O advantame é originário de uma variação em um lado da molécula de aspartame, e inicialmente foi denominado como ANS9801. Foi aprovado pelo FDA em 2014, e passou a ser empregado em adoçantes de mesa, refrigerantes, bebidas carbonatadas e sobremesas. No Brasil, sua aprovação ocorreu em 2008, por meio da RDC N° 18 de 24 de março de 2008. Esse adoçante tem poder de doçura maior que o aspartame, chegando a ser 20.000 vezes mais doce que a

sacarose, e não apresenta sabor amargo, característica altamente desejável na indústria alimentícia (RIBEIRO; PIROLLA; NASCIMENTO-JÚNIOR, 2020; CAROCHO; MORALES; FERREIRA, 2017).

A sucralose, também conhecida como 4,1,6-triclorosucralose, é um dissacarídeo substituído e foi descoberta em 1976, na Universidade de Londres, a partir da halogenação da sacarose. Em 2008 teve sua comercialização liberada em mais de 80 países, e seu consumo não prejudica o controle glicêmico de pacientes diabéticos. Seu poder adoçante é 600 vezes maior do que o açúcar, é isento de calorias e possui grande estabilidade, tanto térmica como química. Grande parte do produto ingerido não é metabolizada, e a pequena quantidade absorvida é excretada por meio de urina e fezes. Pode ser usada como adoçante de mesa, em formulações secas (como refrescos e sobremesas instantâneas), em aromatizantes, conservantes, temperos, molhos prontos, compotas, sucos naturais, gelatinas, sobremesas à base de laticínios, chás, produtos de panificação, entre outros. Estudos mostram que a sucralose pode aumentar os níveis de glicose e insulina, acarretando riscos de ganho de peso e diabetes (KHAMISE et al., 2020; RIBEIRO; PIROLLA; NASCIMENTO-JÚNIOR, 2020; TORLONI et. al., 2007).

A sacarina foi descoberta acidentalmente em 1879, e passou a ser comercializada a partir de 1897. Devido à problemas com abastecimento de açúcar, foi amplamente consumida nas duas guerras mundiais. A substância é lentamente absorvida pelo trato intestinal e rapidamente excretada pelos rins, sem ser metabolizada, o que não afeta os níveis glicêmicos. Apresenta um poder edulcorante de 300 a 400 vezes superior ao da sacarose, e foi proibida por um período devido a estudos que a associaram à indução de câncer em bexiga de ratos, porém, devido à falta de evidências, foi aprovada pelo FDA (RIBEIRO; PIROLLA; NASCIMENTO-JÚNIOR, 2020; ANSARI; MULLA; PRAMOD, 2015; TORLONI et. al., 2007).

O ciclamato de sódio foi descoberto em 1937, sob o nome de cicloexilsulfamato de sódio, e passou a ser comercializado em 1940, já com o nome ciclamato. É cerca de 30 vezes mais doce que a sacarose, não oferece calorias, não possui sabor residual e mostra-se mais estável que o aspartame a elevações de temperatura. Em associação à sacarina, atenua o sabor desagradável desta última. Embora apresente baixo nível de toxicidade, pode ser metabolizado pelas bactérias intestinais, formando cicloexilamina, aumentando significativamente o nível de toxicidade do adoçante em questão e podendo causar efeitos nocivos à saúde (RIBEIRO; PIROLLA; NASCIMENTO-JÚNIOR, 2020; TORLONI et. al., 2007).

O acessulfame-K foi descoberto em 1967, na Alemanha, e aprovado pelo FDA em 1988. Hoje seu consumo é aprovado em mais de 100 países e está presente em mais de 4000

produtos. É um açúcar sintético estável, sendo 200 vezes mais doce que o açúcar comum e não é metabolizado, por isso oferece zero calorias. Porém, possui um sabor amargo e normalmente é misturado com outros açúcares para mascarar essa característica. Esse composto mantém seu poder adoçante quando aquecido, diferentemente do aspartame, o que o torna adequado para alimentos cozidos ou forneados. Quando degradado, leva a acetoacetamida, que em alta concentração pode ser tóxica, contudo, é normalmente encontrado em baixa concentração, que não leva a riscos de saúde humana (KRISHNASAMY, 2020; RIBEIRO; PIROLLA; NASCIMENTO-JÚNIOR, 2020; FI, 2010).

A Organização Mundial da Saúde (OMS), em 15 de maio de 2023, emitiu um alerta sobre o consumo inadequado de adoçantes, que pode promover diversos problemas de saúde, como diabetes tipo 2, doenças cardiovasculares e aumento da taxa de mortalidade em adultos. Os adoçantes englobados são os sintéticos e os naturais não nutritivos ou modificados, que não são classificados como açúcares (WHO, 2023). A OMS afirma que açúcares de baixas calorias e álcoois de açúcar (polióis) não são considerados “*non-sugar sweeteners – (NSS)*” (adoçante sem açúcar), logo, a recomendação não é aplicada a esses adoçantes (WHO, 2023).

O alerta da OMS endossa a tendência de consumo de compostos mais saudáveis, e nesse cenário surgem os adoçantes naturais. Entre eles estão os adoçantes consumidos há bastante tempo, como mel, melaço e açúcar mascavo, produtos não refinados que apresentam bom valor nutricional (CERVERACHINER et al., 2021; LEE et al., 2018; MUÑOZ et al., 2022; SINGH et al., 2015), e os polióis, carboidratos naturais que oferecem poder de doçura, mas com menor ingestão de calorias (FI, 2013; NICOLUCI; TAKEHARA; BRAGOTTOA, 2022; SASP, 2018).

3.5 Polióis: características e uso no desenvolvimento de produtos

Os polióis são um grupo específico de álcoois de açúcar, formados pela hidrogenação catalítica de carboidratos. Eles são encontrados naturalmente em certas frutas, vegetais e cogumelos; no entanto, eles também são comumente usados como edulcorantes em produtos como goma de mascar, doces e bebidas. Algumas substâncias compõem o grupo, como eritritol, hidrolisados de amido hidrogenado, isomalte, lactitol, maltitol, manitol, sorbitol e xilitol, e elas representam alternativas atraentes à sacarose, pois fornecem menos calorias por grama, não promovem cáries e não estão associados a uma resposta elevada de glicose no sangue (LENHART; CHEY, 2017). São comumente obtidos pela conversão do grupo carbonílico (aldeído e cetona) dos açúcares em álcool, por hidrogenação catalítica, o que confere a eles

propriedades importantes como resistência ao escurecimento, diminuição da susceptibilidade à fermentação, maior resistência a cristalização, maior estabilidade química e maior afinidade por água (LIVESEY, 2003).

O metabolismo destes compostos é diferenciado, sendo parcialmente metabolizados, de modo que parte chega inteiro no intestino grosso, podendo ocasionar gases e diarreia se consumidos em excesso, devido a própria microflora do cólon fermentá-los. Contudo, à medida que o consumo permanece, esses sintomas são reduzidos (CLEMENTE, et al., 2014; GREMBECKA, 2016; SHEET, 2014; FI, 2013).

3.5.1 Xilitol

O xilitol compõe o grupo dos polióis, sendo muito usado na área de confeitaria e na área farmacêutica. Este adoçante tem um poder de doçura igual ao da sacarose e um terço de suas calorias (1,32 kcal/g), podendo ser utilizado nas mesmas concentrações. Porém, mesmo sendo um adoçante bastante tolerado pelo corpo humano, valores diários acima de 60 g, ou doses de mais de 20 g ingeridas de maneira não espaçada, podem levar a um efeito laxativo (MCCAIN et al., 2018; MOHAMAD et al., 2015).

Outro aspecto importante é que esse adoçante é bastante explorado por suas características que previnem a formação de cáries dentárias, pois as bactérias causadoras dessa doença bucal não o metabolizam. O xilitol pode ser encontrado em quantidades pequenas em frutas, vegetais e cogumelos. Em relação a sua obtenção, ocorre quimicamente pela hidrogenação catalítica de xilose, que é reduzida após a adição de uma molécula de hidrogênio, e comercialmente ainda passa por purificação e cristalização. Esse método, porém, é caro, e há uma grande busca por métodos mais baratos para a sua produção, sendo que estudos usando bactérias e leveduras estão tendo resultados promissores (BARBARO, 2016; GRANSTRÖM, 2007; GREMBECKA, 2016; MUSSATTO, 2002; PARK, 2016; SHEET, 2014).

Estima-se que o mercado de xilitol é crescente e vale 670 milhões de dólares, e esse adoçante é usado em diversos produtos comerciais, como gomas, doces, refrigerantes e em produtos de panificação. Porém, o xilitol ainda é preferido quando comparado a outros adoçantes bem conhecidos no mercado, como os artificiais (sucralose, sacarina e aspartame) e a estévia, principalmente pelo seu custo elevado (CAROCHO et al., 2017; MORA et al., 2021).

3.5.2 Eritritol

O eritritol também faz parte do grupo de polióis e contém quatro carbonos em sua estrutura. Está presente na natureza de forma diversificada, sendo encontrado em alimentos fermentados, frutas, fungos e até em algas. Normalmente é produzido por processos microbianos, e a síntese é feita utilizando açúcares como substrato (sacarose, frutose e glicose), através de alta pressão osmótica decorrente da utilização de muito substrato, que promove a conversão dessas fontes de carbono em eritritol por meio da pentose fosfato, por certos tipos de fungos do gênero *Pseudozyma*, *Candida*, *Moniliella* ou *Yarrowia* (JEYA et al., 2009; RZETCHONEK et al., 2018; VALSERO et al., 2021).

É considerado um adoçante altamente estável e com baixíssima caloria, chegando a valores de 0,2 kcal/g. Seu poder de doçura está entre 60% e 80% da sacarose, e possui absorção de aproximadamente 90% no intestino delgado, sendo excretado pela urina sem qualquer degradação e fermentado pelas bactérias do intestino. Alguns autores o citam como amigo dos dentes por não formar cáries, e ainda é considerado um adoçante que proporciona textura, volume e até estabilidade microbiológica aos alimentos em que é incorporado. Sua dose limite diária é 1 g/ kg de peso corporal, e quando comparado ao xilitol, nota-se que ele é mais bem tolerado, além de seu índice glicêmico ser zero (CHATTOPADHYAY et al., 2014; GREMBECKA, 2016; MCCAIN et al., 2018; MÄKINEN, 2016; OKU, 2002).

3.6 Aspectos que influenciam no doce de leite

O doce de leite, mesmo tendo poucos ingredientes, pode sofrer grandes variações nas características finais, decorrente das condições de processamento e dos atributos controlados. Então, o conhecimento sobre a capacidade tamponante do doce de leite, a utilização de reguladores de acidez, a reação de Maillard (RM) e os fatores que afetam sua ocorrência, que são a reologia e textura, influenciam de maneira direta na qualidade físico-química e sensorial do produto (CARNEIRO et al., 2021; STHEPANI et al., 2019).

A fabricação do doce de leite é iniciada através da mistura dos ingredientes, e o leite é o responsável por fornecer boa parte dos sólidos, logo, um leite integral terá resultados melhores que um leite desnatado, aferindo mais brilho, consistência e palatabilidade. Há quem use também, para acelerar o processo de fabricação, o leite já concentrado (PENCI; MARÍN, 2016; STEPHANI et al., 2019). Outro aspecto importante é a adição de bicarbonato de sódio, que

reduzirá a acidez do leite, evitando a precipitação de proteínas e favorecendo a reação de Maillard (STEPHANI et al., 2019).

3.6.1 Capacidade tamponante

A fabricação de derivados lácteos apresenta, frequentemente, variações de pH ao longo do processo, como na elaboração de queijos, iogurte, leites fermentados, dentre outros. O leite sofre acidificação, levando à protonação de grupos ácidos e desmineralização das caseínas, promovendo menor solubilidade, hidratação e potencial zeta dessas proteínas. Esses aspectos são os responsáveis pela precipitação e geleificação do leite. O tratamento térmico também reduz o pH do leite através da degradação da lactose, desfosforilação da caseína e precipitação do fosfato de cálcio. Por outro lado, pode ocorrer a alcalinização, porém com menor frequência, sendo utilizada na obtenção de cálcio ou caseinato de sódio a partir da caseína ácida (SALAÜN; MIETTON; GAUCHERON, 2005).

Assim, a capacidade tamponante do leite exerce influência na elaboração do doce, uma vez que ela propicia resistência natural tanto à alcalinização quanto à acidificação, processos importantes na produção de derivados lácteos (KIRCHMEIER, 1980; SALAÜN ET AL., 2005; WOLFSCHOON-POMBO, BÖTTGER & LÖSCHE, 2012; WOLFSCHOON-POMBO, SPIEGEL & HERNANDEZ-ZENIL, 2017).

3.6.2 Reguladores de acidez

Quando se têm o processo de aquecimento do leite, para a produção do doce, ocorre aumento de sua acidez, e, conseqüentemente, a redução do pH, ocasionada por certos fatores. Um dos fatores do aumento da acidez total desenvolvida (ATD) é a diminuição do volume mediante a ebulição da água. A temperatura leva a degradação nas moléculas de lactose, além de ocasionar a desfosforilação das caseínas e precipitação do fosfato de cálcio, que também levam a diminuição do pH. Essa redução leva à cristalização da lactose, precipitação de proteínas e prejudica a ocorrência da Reação de Maillard (PENCI; MARÍN, 2016; STEPHANI et al., 2019).

Decorrente desses possíveis problemas acarretados pela acidificação do leite, um regulador de acidez é fundamental na fabricação do doce de leite. O bicarbonato de sódio é o mais usado, corrigindo a acidez além de atuar como reserva alcalina, neutralizando o ácido láctico, formando água, gás carbônico e lactato de sódio. Com a adição do bicarbonato, o pH não

diminui até o valor do ponto isoelétrico das proteínas, evitando a desestabilização, além disso, favorece a Reação de Maillard. Em relação às quantidades utilizadas, o bicarbonato de sódio deve ser utilizado até ajustar a acidez em 10 a 13 °Dornic (0,10 a 0,13% de acidez expressa em ácido láctico), e valores maiores podem levar a um maior escurecimento e textura mais emborrachada (BRASIL, 1997; PENCI; MARÍN, 2016; RANALLI; ANDRÉS; CALIFANO, 2011; RANALLI; ANDRÉS; CALIFANO, 2016; STEPHANI et al., 2019).

Blanco et al. (2012) avaliaram a influência do pH inicial do leite com o desenvolvimento da cor e com a Reação de Maillard. Os autores observaram que quanto maior o pH, mais escuro ficava o doce de leite, que tendia mais para o vermelho e marrom, com redução da luminosidade.

Alba et al. (2020) avaliaram a influência da qualidade do leite na produção do doce e observaram que quanto maior a acidez do leite, menor era a coloração do doce de leite, e também, quanto menor a acidez do leite (excesso de bicarbonato por exemplo), maior era a coloração adquirida, devido ao favorecimento da Reação de Maillard.

3.6.3 Reação de Maillard

O aquecimento do leite dá início à reação de Maillard (RM) através de seus açúcares redutores presentes no leite, como a lactose, que é um dissacarídeo composto por glicose e galactose, além da existência no leite de pequenas quantidades de glucose, que sofrem RM em determinadas condições de pH, atividade de água e temperatura, entre um açúcar redutor e um grupamento amina de aminoácidos, peptídeos e proteínas. Esta reação influencia nas características sensoriais do doce de leite, como sabor, aroma, textura e cor, além de variar os valores nutricionais pela redução da digestibilidade de proteínas e perda de alguns aminoácidos. As substâncias que aferem o sabor e aroma e sofrem a RM são as moléculas que contém nitrogênio, enxofre ou oxigênio, e no doce de leite são o 2-metilfurano, 2-furanmetanol, furfural e butir-lactona. Já a textura está associada a formação de reticulação de proteínas, formações conjugadas proteína-polissacarídeos ou propriedades de emulsões (DAMODARAN; PARKIN, 2017; NOOSHKAM; VARIDI; BASHASH et al., 2019; STAROWICZ; ZIELIŃSKI, 2019).

Segundo Nooshkam e colaboradores (2019), a Reação de Maillard é dividida em 3 etapas. Na primeira, não há alteração de cor, sabor e fluorescência (BERTRAND et al., 2018; FRANCISQUINI et al., 2017). Na segunda etapa são formados o 5-hidroxi-metilfurfural (hexose), furfural (pentose) e redutonas, compostos apresentam absorção e fluorescência na região ultravioleta (BERTRAND et al., 2018; NOOSHKAM; VARIDI; BASHASH et al., 2019). Já

na terceira etapa há polimerização dos compostos gerados nas etapas anteriores, levando à formação de melanoidinas de grande peso molecular e pigmentos escuros que levam ao escurecimento dos produtos na qual a RM ocorreu (BERTRAND et al., 2018; PINTO; WOLFSCHON-POMBO, 1984).

A velocidade da RM pode ser influenciada por diversos fatores, como a temperatura, a atividade de água, o pH, a reatividade de açúcares e aminoácidos e a presença de inibidores. A temperatura influencia bastante, principalmente na cor e composição, e a cada incremento de 10 °C na faixa entre 40 °C e 70 °C a velocidade da reação é duplicada. (DAMODARAN; PARKIN, 2017; FRANCISQUINI et al., 2017). A atividade de água também influencia na RM, em que valores altos levam à diluição dos reagentes, e baixa atividade de água diminui a mobilidade dos reagentes, então a velocidade máxima de reação está entre valores de atividade de água entre 0,4 e 0,8 (LUND; RAY, 2017). O pH influencia pela reatividade dos aminoácidos. Para que a adição nucleofílica da função amina ao grupo carbonila na primeira etapa da reação ocorra, há a necessidade do par de elétrons do grupo amina estar livre para reagir. Logo, quando se têm valores baixos de pH, esse par do grupo amina não está livre, pois íons H⁺ presentes o protonam, inibindo a reação. Então, a RM é favorecida em pH mais elevado, tendo sua melhor velocidade entre a faixa de pH entre 9 e 10 (BERTRAND et al., 2018; DAMODARAN; PARKIN, 2017). A reatividade dos açúcares e aminoácidos também influenciam bastante na RM. As pentoses são mais reativas, seguidas das hexoses e dissacarídeos. Os aminoácidos também apresentam variações de reatividade, sendo a lisina altamente reativa, pois apresenta um grupo amina épsilon livre (DAMODARAN et al., 2008; FRANCISQUINI et al., 2017). Os inibidores podem estar presentes também, como o dióxido de enxofre, que pode levar a um bloqueio do grupo carbonila do açúcar redutor, impedindo a reação entre o açúcar redutor e o grupo amina, o que leva ao bloqueio da RM (DAMODARAN; PARKIN, 2017).

A extensão da RM pode ser monitorada através da determinação do índice de 5-hidroxiacetilfurfural (HMF), que é facilmente detectado por espectrofotometria. O HMF é um dos produtos formados na etapa intermediária da RM e pode ser utilizado com indicador de tratamentos térmicos intensos, possibilitando presumir o quanto a reação de formação desse composto pode prosseguir. O índice de HMF pode ser relacionado com atributos sensoriais e tecnológicos do doce de leite (CARNEIRO et al., 2021; FRANCISQUINI et al., 2019).

3.6.4 Arenosidade em doce de leite

O processo de fabricação do doce de leite promove a perda de água por concentração, resultando na saturação de lactose e sacarose. Posteriormente, quando o doce de leite resfria, a solubilidade da lactose é reduzida. Esses fatores levam à cristalização da lactose, que pode ser perceptível ao paladar, aferindo uma textura arenosa e sendo considerado um dos principais defeitos relatados no doce de leite (STEPHAN et al., 2019).

A cristalização ocorre em duas etapas, a primeira está relacionada a geração de novos cristais, e é chamada de nucleação, e a segunda é o crescimento destes cristais gerados. A nucleação pode ocorrer através de dois métodos, o primário e o secundário. Na nucleação primária ocorre o aparecimento de núcleos sem a existência de cristais, enquanto na nucleação secundária ocorre o aparecimento destes núcleos na presença de cristais. Tais cristais são perceptíveis ao paladar quando excedem o tamanho de 10 a 16 μm (GÄNZLE; HAASE; JELEN, 2008; SCHUCK, 2011; STEPHANI et al., 2019).

Para ocorrer uma diminuição desse defeito, pode-se produzir doces de leite mais viscosos, que contribuem para o controle da formação de cristais, além de processos como a indução de cristalização através da adição de núcleos de cristalização, objetivando a formação de cristais menores. Outra forma é a utilização da enzima β -galactosidase (lactase), que hidrolisa parcialmente ou totalmente a lactose, mas que pode promover variação da cor e de outras características do doce de leite (PENCI; MARÍN, 2016; STEPHANI et al., 2019).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Materiais

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizado leite cru, produzido na Fazenda Aragão, localizada no município de Patos de Minas, Minas Gerais (latitude 18°38'35.5, longitude 46°27'23.7). Os demais ingredientes do doce de leite (sacarose, leite em pó, eritritol e xilitol) foram adquiridos no comércio local do município. Os reagentes grau P.A. utilizados nas análises foram disponibilizados pelo Laboratório de Química e Análise de Alimentos, do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Uberlândia, campus Patos de Minas. As amostras de doce de leite comerciais avaliados foram adquiridas no comércio local do município.

Os experimentos foram conduzidos nos laboratórios de Análise Sensorial e de Química e Análise de Alimentos, também do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Uberlândia, campus Patos de Minas.

4.2 Formulação dos doces de leite

Os doces de leite foram elaborados com base nas instruções da Portaria nº 354 de 04 de setembro de 1997, que determina os valores máximos para a sacarose (de 30%), de umidade (máximo de 30%), de gordura (entre 6 e 9%), de proteína (mínimo de 5%) e de cinzas (no máximo 2%). A Resolução RDC nº 18, de 24 de março de 2008, que determina as condições de uso dos adoçantes xilitol e eritritol, também foi utilizada como guia para a elaboração das formulações.

Foram desenvolvidas três diferentes formulações do produto: doce de leite padrão (DLP), doce de leite elaborado com xilitol (DLX) e doce de leite elaborado com eritritol (DLE). Vale ressaltar que o doce de leite foi elaborado na cozinha da própria fazenda. Os ingredientes e as quantidades empregadas em cada formulação estão apresentados na Tabela 2.

Após alguns testes preliminares para obtenção das formulações, optou-se pela adição de leite em pó e do edulcorante sucralose, para promover redução das quantidades de xilitol e eritritol, com o intuito de evitar a cristalização dos doces. É importante salientar que não se adicionou sucralose no doce de leite formulado com sacarose.

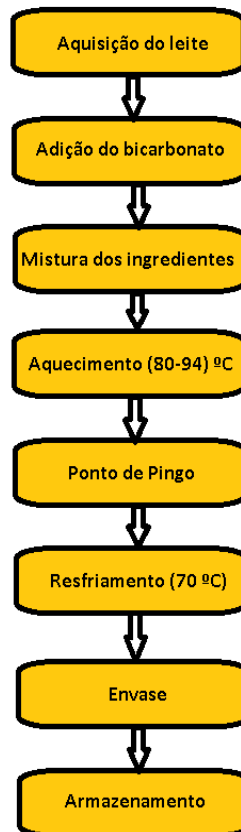
Tabela 2. Formulações para elaboração dos doces de leite

Ingredientes	Formulação		
	DLP	DLX	DLE
Leite	1 litro	1 litro	1 litro
Leite em pó	50 g	50 g	50 g
Sacarose	170,00 g	-	-
Xilitol	-	48 g	-
Eritritol	-	-	80 g
Sucralose	-	0,50 g	0,50 g
Bicarbonato	3 g	3 g	3 g

Fonte: O Autor, 2023

Para as formulações optou-se pelo produto pastoso, cujo processo de elaboração seguiu as etapas do fluxograma apresentado na Figura 3.

Figura 3. Fluxograma das etapas de produção de doce de leite pastoso utilizado.



Fonte: Adaptado de VIEIRA; JÚNIOR (2004); GARCIA; CERBELLA; MATEUS (2014)

O leite utilizado nos experimentos foi coletado no momento da ordenha, antes mesmo de ser enviado ao tanque de refrigeração, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4. Coleta do leite usado para a produção dos doces



Fonte: O Autor, 2023.

Através das análises feitas pelo laticínio que compra e coleta o leite, obteve-se uma média dos valores das análises exigidas para determinação de sua qualidade, que são as análises de Contagem de Células Somáticas (CCS) e da Contagem Bacteriana Total (CBT), proteínas e lipídeos, já a acidez e o pH foram analisados no laboratório da UFU. Após a coleta, o volume exato utilizado na formulação foi acondicionado em uma panela de material inerte e parede espessa, e sofreu a adição de bicarbonato de sódio até que a acidez atingisse cerca de 13°D. Feita a adição, a mistura permaneceu em repouso durante 5 minutos, e então foram adicionados o açúcar ou adoçante específico de cada formulação e o leite em pó, homogeneizando-os. A mistura foi levada ao aquecimento (80 – 94°C) para promoção da concentração até 68 a 70° Brix, o que foi obtido na prática pela visualização do denominado “ponto de pingo”, momento em que o doce, pingado com o auxílio de uma colher em um recipiente contendo água, atinge o fundo do recipiente sem perder a forma ou derreter, deixando a água turva. Após alcançar a concentração adequada de sólidos solúveis, que implicou na obtenção de umidade inferior a 30%, foi feito o resfriamento do doce até cerca de 70°C. Então, o produto foi acondicionado em recipientes de vidro, devidamente esterilizados, e resfriado de forma natural até atingir temperatura ambiente. Em seguida, os recipientes foram vedados com tampa e armazenados em geladeira (5 – 8°C) até o momento das análises, que não ultrapassaram o prazo de 48 horas após a produção do doce.

4.3 Composição centesimal

4.3.1 Cinzas

A determinação do conteúdo de cinzas foi realizada segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008), com adaptação. Cerca de 3 gramas de amostra, previamente secas em estufa a 105 °C, foram calcinadas em chapa aquecedora a 500°C (Figura 5), até que não houvesse mais formação de fumaça, e então levadas à mufla (Lucadema, modelo: LUCA2000F-DMRP) a 550 °C até obtenção de cinzas brancas e posteriormente foram pesadas.

Figura 5. Processo de calcinação na chapa aquecedora



Fonte: O Autor, 2023.

4.3.2 Lipídeos

Primeiramente, pesou-se 20 gramas de amostra, que foi diluída em um béquer contendo 30 ml de água destilada aquecida. Então, esse conteúdo foi transferido para um balão volumétrico de 100 ml e o volume foi completado com água destilada. Em um butirômetro de Gerber para leite, adicionou-se 10 ml de ácido sulfúrico, com densidade de 1,820 a 1,825 a 20 °C, além de 11 ml de amostra diluída e 3mL de álcool isoamílico. Misturou-se o conteúdo por agitação leve do butirômetro, que foi levado à uma centrífuga própria (marca: Quimis, modelo: Q222B2) por 5 minutos, sob rotação de 1100 rpm. Após esse período, os butirômetros foram retirados da centrífuga e colocados em banho maria (marca: TECNAL, modelo: TE-2005) a 65 °C durante 3 a 5 minutos. Fez-se, então, a leitura do teor de gordura pela aferição do menisco (Figura 6) (BRASIL, 2006).

Figura 6. Butirômetro após o banho maria



Fonte: O Autor, 2023.

4.3.3 Proteínas

A análise de proteína foi adaptada dos métodos de Kjeldahl descritos na instrução normativa nº 68, de dezembro de 2006. Primeiramente, pesou-se 0,1 g de amostra em um tubo de Kjeldahl adicionado de 1,0 g de mistura digestora e 5 mL de ácido sulfúrico. Após isso, os tubos foram agitados cuidadosamente e colocados em um bloco digestor, aumentando a temperatura de 80 em 80 °C, até atingir 350 °C. Depois disso, esperou-se o fim da etapa de digestão até atingir a coloração esverdeada clara. Na destilação, utilizou-se o destilador de nitrogênio do modelo TE-0363 da marca TECNAL, em que os tubos já resfriados receberam uma quantidade suficiente de NaOH 40% para que a solução ficasse com uma coloração preta. No erlenmeyer de coleta, adicionou-se 10 ml de ácido bórico 4% e 0,15 ml de indicador misto (Solução alcoólica vermelho de metila (0,2%) e azul de metila (0,1%)). Então, cerca de 100 ml de destilado foram coletados e levados à titulação com ácido clorídrico 0,1 mol/L, até a solução atingir uma coloração rosa padronizada e permanente.

4.3.4 Umidade

O teor de umidade dos doces de leite foi determinado conforme a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL) (2008). Cerca de 3 g de amostra foram submetidos ao aquecimento em estufa (Quimis, modelo Q314M252) a 105 °C ($\pm 1^\circ\text{C}$), até obtenção de massa constante.

4.3.5 Carboidratos

Os carboidratos foram mensurados pela diferença. Essa determinação envolve subtrair a soma dos percentuais de umidade, cinzas, fração proteica e gordura do percentual total do alimento, que é 100% (BRASIL, 2003).

4.4 Caracterização físico-química

4.4.1 Teor de sólidos solúveis

Por meio de um refratômetro do modelo RHB-32 da marca Megabrix, com o auxílio das especificações do fabricante, foi realizada a análise do teor de sólidos solúveis, expresso em ° Brix. Nos doces elaborados com adoçantes, a leitura do aparelho ficou bastante prejudicada, então partes iguais de amostra e água destilada foram misturadas em um béquer, tornando possível realizar a leitura (SILVA, SILVA e SILVA, 2002).

4.4.2 Acidez titulável

Cerca de 5 g de amostra foram transferidos para um béquer, com posterior adição de 50 mL de água destilada a 50 °C, com posterior agitação da mistura e adição de 5 gotas de fenolftaleína. Após isso, foi realizada a titulação com hidróxido de sódio 0,1 N. Devido aos doces terem coloração escura, para maior precisão da análise adaptou-se a metodologia utilizando o ponto de viragem da fenolftaleína (pH = 8,30) na titulação (IAL, 2008).

4.4.3 pH

A leitura do pH foi realizada por inserção direta de um eletrodo na amostra, utilizando um pHmetro (marca: Sensoglass, modelo: SC02), de acordo com as orientações do fabricante.

4.4.4 Atividade de água

Determinou-se a atividade de água por leitura direta das amostras em equipamento AQUALAB PRE (Meter Group), à temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$).

4.4.5 Textura instrumental

A textura instrumental dos doces foi determinada pela análise do perfil de textura (TPA). Para tal, foi utilizado um texturômetro TAXT Plus (Stable Micro System, Surrey, UK). Os testes foram conduzidos com 25 ml das amostras, acondicionadas em béqueres plásticos de 50 ml (Figura 10), em uma sala com temperatura controlada de $21 \pm 1^\circ\text{C}$. Para os testes, foi utilizada uma probe cilíndrica de alumínio com 25 mm de diâmetro, sob as condições de velocidade de pré-teste de 2 mm/s; velocidade de teste de 1 mm/s; velocidade de pós-teste de 2 mm/s; distância

de 50 mm; tempo de 5 s e força de contato de 5 g, segundo a metodologia adaptada de Rocha et al. (2012). Através dos testes, foram determinados os parâmetros nas amostras: dureza (força do pico no primeiro ciclo de compressão, expressa em gf), adesividade (área negativa abaixo do eixo horizontal entre os ciclos de compressão, expressa em g.s), coesividade (razão da área positiva da força durante a segunda compressão, comparada com a área da primeira compressão, adimensional) e gomosidade (força necessária para desintegrar a massa do alimento, obtida durante a mastigação, até que atinja o ponto de deglutição, adimensional) (BORNE, 1978). Os dados foram coletados através do programa “Texture Expert for Windows” – versão 1.20 (Stable Micro Systems).

Figura 7. Avaliação de amostra de doce de leite no texturômetro



Fonte: O Autor, 2023.

4.4.6 Cor instrumental

A cor foi analisada por refletância com um colorímetro digital (CR400 – Minolta Company, Tóquio, Japão), com escala CIELab (L^* , a^* , b^*). As análises foram realizadas a 25 °C. As medidas de coloração foram expressas em termos da luminosidade L^* ($L^*=0$ preto e $L^*=100$ branco), e da cromaticidade definida por a^* (+60 a^* =vermelho e - 60 a^* =verde) e b^* (+ 60 b^* =amarelo e - 60 b^* =azul) (IAL, 2008). A partir desses parâmetros, foi calculado o fator ΔE (Mudança Global de Cor) (KONICA MINOLTA, 2014).

4.4.7 Aquisição e avaliação dos doces de leite comerciais elaborados com adoçantes

Além dos doces de leite elaborados, três marcas de doces de leite comerciais, a base de sorbitol, sucralose, stevia e uma marca contendo o adoçante xilitol, foram utilizadas como base de comparação, e os doces foram avaliados quanto à cor, textura, atividade de água (A_w),

acidez, pH, umidade e cinzas. Informações sobre a composição centesimal destes produtos (proteínas, lipídeos e carboidratos) foram obtidas a partir dos rótulos nas embalagens. Os produtos comerciais foram adquiridos no comércio local do município de Patos de Minas.

5 RESULTADOS PRELIMINARES

Foram necessárias algumas repetições de testes para ter-se uma melhor formulação dos doces quanto ao gosto e cor, e que se adequassem à legislação. Os testes preliminares das formulações estão na Tabela 3.

Tabela 3. Formulações dos testes preliminares

Ingrediente	Teste 1			Teste 2			Teste 3		
	DLP	DLX	DLE	DLP	DLX	DLE	DLP	DLX	DLE
Leite (L)	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Sacarose (g/L)	150	0	0	170	0	0	170	0	0
Xilitol (g/L)	0	150	0	0	48	0	0	48	0
Eritritol (g/L)	0	0	214,3	0	0	80	0	0	80
Bicarbonato (g/L)	0,17	0	0	1	1	1	3	3	3
Sucralose (g/L)	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5
Leite em pó (g/L)	0	0	0	50	50	50	50	50	50

DLP = Doce de leite padrão; DLX = Doce de leite com xilitol; DLE = doce de leite com eritritol

Os doces do primeiro teste concentraram ao fogo (75 °C à 85 °C) por uma hora e vinte minutos. Todos eles apresentaram coloração demasiadamente clara, e a formulação com eritritol apresentou cristalização, observada após 24 horas de refrigeração (5 – 8°C). Os doces do segundo teste concentraram ao fogo (68 °C à 90 °C) por uma hora e trinta minutos. A formulação com sacarose iniciou processo de queima, a de xilitol iniciou formação de grumos, assim como a de eritritol. Todas apresentaram umidade acima de 30%. Os doces do terceiro teste foram os que apresentaram os melhores resultados, e as características da elaboração e as quantidades empregadas nos doces foram escolhidas para o estudo. As etapas de seu processamento foram descritas no item 4.2. A Figura 8 ilustra os doces obtidos nos três testes efetuados.

Figura 8. Doces de leite obtidos nos testes preliminares para definição do processo adequado de preparo: a) Doces de leite do teste 1; b) Doces de leite do teste 2; c) Doces de leite do teste 3.



Fonte: Autoria própria, 2023.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Caracterização da matéria-prima (leite)

O leite utilizado para a elaboração dos doces de leite foi avaliado com relação aos parâmetros regidos pela Legislação Vigente, como acidez e pH. Já para as análises de proteínas, lipídeos, Contagem de Células Somáticas (CCS) e Contagem Bacteriana Total (CBT), compilaram-se os dados de um ano de análises que o próprio laticínio realizou e enviou para o produtor, para obtenção de uma média. Os resultados das análises estão apresentados na Tabela 4, bem como os parâmetros legais, contidos na Instrução Normativa N° 76, de 26 de novembro de 2018.

Tabela 4. Resultados das variáveis analisadas no leite

Variáveis	Leite	Parâmetros da IN N°76/2018
pH	6,74 ± 0,01	-
Acidez (g/100mL)	0,12 ± 0,00	0,14 – 0,18
Proteínas %	3,29 ± 0,09	Maior que 2,9%
Lipídeos %	3,85 ± 0,11	Maior que 3%
CCS x 10 ³ (CS/mL)	165,31 ± 35,72	Menor que 500
CBT x 10 ³ (UFC/mL)	42,06 ± 24,44	Menor que 300

Fonte: O autor, 2023.

Observando os valores mostrados na Tabela 4 e comparando com a Instrução Normativa N° 76, de 26 de novembro de 2018, é possível observar que, para os valores limitantes existentes, apenas a acidez estava fora da faixa estabelecida. Isso pode ter ocorrido devido à coleta da amostra para análise ter acontecido antes do leite chegar ao tanque, direto da mangueira durante a ordenha, o que pode levar ao menor valor de acidez observado. Segundo pesquisas (BARROS, 2018; JUNIOR, 2018), os valores de acidez podem variar também devido a diversos fatores, como, o tipo de ração e dieta que o animal consome, fenômenos sazonais, temperatura ou umidade do ambiente, um menor teor de lactose, leite proveniente de estágio lactacional maior, valores elevados de CCS ou animais com um menor teor de nitrogênio ureico no leite (NUL).

6.2 Composição centesimal dos doces de leite elaborados x comerciais

Na Tabela 5 estão apresentados os valores de composição centesimal obtidos para os doces de leite elaborados com sacarose, eritritol e xilitol, respectivamente.

Tabela 5. Valores da composição centesimal para os doces de leite elaborados

Variáveis	DLP	DLE	DLX
Umidade (%)	29,67 ± 0,33	35,79 ± 0,13	33,12 ± 0,08
Proteína (%)	13,27 ± 0,52	16,27 ± 1,22	17,19 ± 3,39
Lipídeos (%)	11,00 ± 0,35	11,40 ± 0,42	11,90 ± 1,08
Cinzas (%)	2,48 ± 0,02	3,19 ± 0,07	3,81 ± 0,06
Carboidratos (%)	43,58 ± 0,77	33,35 ± 1,17	33,98 ± 3,20

DLP: doce de leite elaborado com sacarose; DLE: do doce de leite elaborado com eritritol; DLX: doce de leite elaborado com xilitol

Fonte: O autor, 2023.

6.2.1 Umidade

De acordo com a Portaria N° 354 de 04 de setembro de 1997, que aprova o regulamento de identidade e qualidade para doce de leite, o produto deve apresentar umidade máxima de 30%, entre 6 e 9% de lipídeos ou superior a 9% para doce de leite com creme, teor de proteínas superior a 5% e no máximo 2% de cinzas. Segundo os dados apresentados na Tabela 5, apenas a formulação tradicional (com sacarose) forneceu valor de umidade dentro do parâmetro estabelecido pela legislação, as demais forneceram valores superiores. Provavelmente a incorporação de polióis nos doces contribuiu para maior dificuldade em concentrá-los. Com o intuito de avaliar se outros doces elaborados com polióis apresentavam essa característica, marcas comerciais foram analisadas e os dados encontram-se na Tabela 6. Observou-se que, para doces comerciais elaborados com polióis, os valores de umidade são superiores aos estabelecidos pela legislação.

Tabela 6. Composição centesimal de doces de leite comerciais com adoçantes

Variáveis	Marcas Comerciais			
	A	B	C	D
Umidade (%)	32,47 ± 0,37	53,81 ± 0,11	47 ± 0,12	45,99 ± 0,15
Proteína* (%)	9,5	9	10	10,20
Lipídeos* (%)	8	9,5	12,5	10,20
Cinzas (%)	2,04 ± 0,02	1,99 ± 0,03	2,78 ± 0,03	1,90 ± 0,04
Carboidratos (%)	47,99 ± 0,38	25,7 ± 0,09	27,72 ± 0,10	31,71 ± 0,15

A, B e C: marcas comerciais de doces de leite adoçados com sorbitol e sucralose; D: marca comercial de doce de leite adoçado com xilitol. *Valores obtidos a partir da leitura dos rótulos das embalagens.

Fonte: O autor, 2023.

Em outras pesquisas resultados similares foram observados para o doce de leite pastoso. Ranalli, Andrés e Califano, (2011) avaliaram seis marcas comerciais, sendo duas marcas com sacarose, uma de doce de leite usado em confeitaria, uma de doce de leite com redução de calorias e duas do produto com redução de gordura, sendo possível observar que todas as seis marcas estavam com umidade acima de 30%, variando de 31,5% até 48,8%.

Santos et al. (2020b) elaboraram doces de leite com o intuito de avaliar as características físico-químicas dos produtos e das matérias-primas, e obtiveram valores elevados para a umidade. As amostras de doce de leite tradicional (com sacarose) apresentaram umidade de 42,06 ± 0,56%, as de doce de leite com doce de bacuri apresentaram 40,16 ± 0,45% e as de doce de leite com doce de cupuaçu apresentaram 39,97 ± 0,59% de umidade.

Martins et al. (2015) avaliaram a estabilidade microbiológica de doce de leite pastoso e também observaram uma inconformidade na umidade, com valores acima de 30%, variando de 32,47% à 34,04%. Porém, as contagens microbiológicas atenderam aos padrões, sendo considerado um produto apto para o consumo.

Silva et al. (2015) avaliaram formulações de doce de leite com diferentes tipos de amido aplicados, e observaram resultados para a umidade acima do permitido pela legislação, variando de 30,12% à 33,74%. Demiate, Konkel e Pedroso (2001) observaram que para 42 amostras de doce de leite, 23,81% estavam fora da legislação (10 amostras).

Carvalho e Berti (2014) fizeram diversas formulações de doce de leite light (com edulcorantes), com adição de aveia e calda de morango, e encontraram valores acima da legislação para a umidade. Os teores obtidos estavam entre 50,12 e 51,53% de umidade.

Os resultados para umidade, obtidos neste estudo e na literatura, para doces de leite elaborados com edulcorantes diferentes da sacarose, sugerem que há uma tendência a maiores valores de umidade para este tipo de produto. A mesma tendência é observada quando geleias são avaliadas. No Quadro 1 estão apresentadas algumas pesquisas nas quais observou-se variação na umidade de alimentos com substituição da sacarose por adoçantes. De acordo com ele, todos os produtos apresentaram valores de umidade maiores em suas versões com adoçantes comparativamente às versões tradicionais, com sacarose.

Quadro 1. Umidade de produtos com sacarose em comparação a produtos com outros tipos de adoçantes.

Tipo de produto	Tipo de adoçante	Umidade com Sacarose	Umidade com adoçante	Referência
Geleia de Cereja	Sucralose	64,34 ± 0,54	89,33 ± 0,21	(BESERRA et al., 2019)
Geleia de Cereja	Stévia+Rebaudiosídeo A +sucralose	64,34 ± 0,54	88,87 ± 0,03	(BESERRA et al., 2019)
Geleia de Cereja	Estévia + Sucralose	64,34 ± 0,54	88,06 ± 0,03	(BESERRA et al., 2019)
Geleia de Morango	Mistura de edulcorantes (Sucralose, Sorbitol, acesulfame-k e glicosídeo de esteviol)	34,35 ± 0,35	66,63 ± 0,31	(FERREIRA, 2013)
Geleia com Abacaxi e Canela	Sucralose	6,86	35,99	(BARROS et al., 2019)
Geleias de Umbu-Cajá	Aspartame	42,42	87,94	(OLIVEIRA et al., 2018)

Geleia de Morango	Aspartame + xilitol	30,8 ± 2,9	67,0 ± 1,70	(ARCARI; MICHEILOF; BRUGNEROTTO. 2014)
Geleia de Morango	Frutose + xilitol	30,8 ± 2,9	80,28 ± 3,00	(ARCARI; MICHEILOF; BRUGNEROTTO. 2014)
Geleia de Morango	Sacarina sódica + ciclamato de sódio + estévia + xilitol	30,8 ± 2,9	62,5 ± 3,20	(ARCARI; MICHEILOF; BRUGNEROTTO. 2014)
Geleia de Abiu com Chia	Xilitol	40,60 ± 0,27	61,05 ± 0,09	(SANTOS et al., 2021)

Fonte: O autor, 2023.

6.2.2 Proteínas

Para os doces de leite elaborados com sacarose, eritritol e xilitol, observou-se que as quantidades de proteínas variaram de 13,27 a 17,19%. Estes valores estão dentro do previsto pela Portaria nº 354 de 04 de setembro de 1997, em que doces de leite devem exibir teor proteico de, no mínimo, 5%.

Segundo a RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012, devido ao doce produzido ter valores acima de 12% de proteína, é permitida na descrição do rótulo a frase: “alto conteúdo de proteína”. enquanto os doces de leite comerciais avaliados apresentaram teores de proteína variando de 9,5% a 10,2%. Demiate, Konkel e Pedroso (2001) avaliaram 42 amostras de doces de leite comerciais, e observaram que oito amostras apresentaram teores de proteína abaixo do valor mínimo exigido pela legislação. Os valores oscilaram desde 1,4 até 13,9% nas 42 amostras analisadas. Outros estudos também avaliaram teores proteicos de doces de leite, e valores entre 6,4 e 8,2% foram encontrados (MARTINS et al., 2015; RANALLI; ANDRÉS; CALIFANO, 2011; SILVA et al., 2015).

6.2.3 Lipídeos

Os valores de lipídeos encontrados nas amostras formuladas variaram entre 11,0 e 11,9%, de acordo com a Tabela 5. Segundo a Portaria nº 354 de 04 de setembro de 1997, valores de lipídeos acima de 9% fazem o produto ser caracterizado como doce de leite com creme. O teor de gordura acima de 9% pode ter ocorrido pelo uso do leite de vaca sem padronização, o que implica no conteúdo inicial de 3,85%, que aumentou devido à concentração na confecção

do doce. Para os doces de leite comerciais, o teor de gordura permaneceu entre 8,0 e 12,5%, e, em 3 das 4 marcas avaliadas, os valores estavam acima de 9%, mostrando que apenas uma não deve ser caracterizada como doce de leite com creme.

No estudo de Demiate, Konkell e Pedroso (2001), que avaliaram 42 amostras de doces de leite comerciais, foram encontrados desde ausência até valores de 8,4% de lipídeos. Milagres e colaboradores (2010) desenvolveram três formulações de doce de leite, sendo uma com adição de açúcar, uma com edulcorante sucralose e uma com ciclamato, sacarina e sorbitol. Os resultados obtidos pelos autores foram 6,5, 9,5 e 9,5%, respectivamente. O conteúdo de lipídios esperado para doces obtidos de leite de vaca integral é de cerca de 8,0% (DEMIATE; KONKEL; PEDROSO, 2001), e uma vez que a gordura é um nutriente de grande valor na indústria de laticínios, é comumente utilizado leite padronizado em derivados lácteos.

6.2.4 Cinzas

Nas formulações elaboradas, foram observados valores de cinzas entre 2,48 e 3,81%, que estão acima do preconizado pela legislação vigente. Nos doces comerciais avaliados, os valores estavam entre 1,90 e 2,78%, superiores a 2% em 2 das 4 marcas. Gaze et al. (2015a) também encontraram valores acima dos permitidos na legislação, de 2,05 %. Segundo Demiate, Konkell e Pedroso (2001), valores baixos de cinzas podem indicar que se utilizou pouco leite ou outras matérias-primas para a fabricação do doce, enquanto altos valores são restringidos, para evitar o excesso de adição de sais como o bicarbonato de sódio na produção do doce de leite.

6.2.5 Carboidratos

Nos doces de leite formulados neste estudo foram encontrados valores de carboidratos que variaram de 33,35 a 43,58%. Como era esperado, o maior valor foi encontrado no doce de leite tradicional, que contém sacarose. Menores valores foram obtidos nos doces formulados com xilitol e eritritol porque a adição de sucralose promove menor necessidade de adição dos polióis. Nos doces de leite comerciais os valores variaram de 25,7 a 47,99%.

Guimarães et al. (2012), ao avaliarem doces de leite comerciais da região do Vale do Jaguaribe-CE, obtiveram valores para carboidratos oscilando de 55,67 a 71,58%. Silva (2016), ao caracterizar e desenvolver doces de leite sem lactose e sacarose, encontrou valores compreendidos entre 57,10 a 63,87%. Carvalho e Berti (2014), ao analisarem doces de leite com edulcorante e outras formulações contendo aveia e calda de morango, obtiveram valores de carboidratos variando de 30,90 até 41,43%.

6.3 Caracterização físico-química dos doces de leite elaborados x comerciais

Na Tabela 7 estão mostrados os resultados das análises de caracterização físico-química, como a atividade de água (A_w), pH, acidez e os parâmetros de cor instrumental, obtidos para os doces de leite formulados e para os adquiridos comercialmente.

Tabela 7. Caracterização físico-química de doces de leite elaborados x comerciais com adoçantes

Variáveis	Doces de leite formulados			Doces de leite de marcas comerciais			
	DLP	DLE	DLX	A	B	C	D
A_w	$0,863 \pm 0,003$	$0,875 \pm 0,003$	$0,877 \pm 0,008$	$0,811 \pm 0,002$	$0,950 \pm 0,000$	$0,935 \pm 0,001$	$0,905 \pm 0,001$
pH	$7,43 \pm 0,07$	$7,28 \pm 0,02$	$7,12 \pm 0,02$	$5,74 \pm 0,07$	$6,21 \pm 0,01$	$6,33 \pm 0,04$	$5,79 \pm 0,01$
Acidez	$0,31 \pm 0,08$	$0,71 \pm 0,16$	$1,13 \pm 0,07$	$5,17 \pm 0,11$	$2,96 \pm 0,24$	$3,10 \pm 0,19$	$4,27 \pm 0,07$
L^*	$31,72 \pm 0,18$	$30,40 \pm 0,06$	$28,52 \pm 2,12$	$32,99 \pm 0,03$	$45,96 \pm 0,19$	$42,58 \pm 0,32$	$59,48 \pm 0,32$
a^*	$4,97 \pm 0,06$	$6,92 \pm 0,22$	$6,7 \pm 0,53$	$6,96 \pm 0,04$	$5,28 \pm 0,04$	$5,90 \pm 0,05$	$4,88 \pm 0,06$
b^*	$11,75 \pm 0,02$	$11,35 \pm 0,19$	$10,16 \pm 1,16$	$14,29 \pm 1,34$	$17,64 \pm 0,13$	$16,29 \pm 0,16$	$27,85 \pm 0,40$

DLP: doce de leite elaborado com sacarose; DLE: doce de leite elaborado com eritritol; DLX: doce de leite elaborado com xilitol; A, B e C: marcas comerciais de doces de leite adoçados com sorbitol e sucralose; D: marca comercial de doce de leite adoçado com xilitol.

Fonte: O autor, 2023.

6.3.1 Atividade de água

A atividade de água é um importante parâmetro para determinação da vida útil de produtos alimentícios. Valores elevados de atividade de água proporcionam maior crescimento microbiano e consequente deterioração do produto. Nos doces de leite, elevadas concentrações de soluto resultam, geralmente, em atividade de água inferior a 0,85 (FERREIRA et al., 2012).

Foram encontrados valores de atividade de água entre 0,863 e 0,877 nos doces formulados neste estudo, um pouco acima do esperado (0,85), o que pode reduzir sua vida de prateleira. Para os doces comerciais avaliados, os valores obtidos estavam entre 0,811 e 0,950. Das 4 marcas avaliadas, três apresentaram atividade de água acima de 0,90, faixa muito propícia ao crescimento microbiano. Contudo, os doces contêm o conservante sorbato de potássio, segundo as informações do rótulo.

Ferreira et al. (2012), ao avaliarem marcas comerciais de doce de leite, encontraram valores semelhantes de atividade de água, entre 0,85 à 0,91. Ferreira (2017) elaborou doces de leite a partir do leite de ovino com e sem adição do creme de leite de ovino e obteve valores de atividade de água entre 0,71 e 0,82. Aquino et al. (2019) encontraram, em uma formulação de doce de leite elaborado com sacarose, atividade de água de 0,80. Silva et al. (2020) também

encontraram valores altos de atividade de água (0,82) para o doce de leite convencional (com sacarose).

Segundo Forsythe (2013), existem muitos tipos de microrganismos que podem crescer em atividade de água elevada, especialmente em valores maiores que 0,79. Desta forma, é importante considerar que pelo fato de não serem utilizados conservantes nos doces elaborados neste estudo, seu consumo deve ser rápido, e os produtos mantidos sob refrigeração.

6.3.2 pH e acidez

Para a elaboração de doces de leite, ocorre a combinação de elevadas temperaturas por longos períodos, para promover a concentração necessária ao produto. Essa combinação, aliada à evaporação do leite, promove importantes modificações, como a desnaturação das proteínas, que influencia na viscosidade do produto, além da lactolização, desfosforilação da caseína, precipitação de sais de cálcio e concentração da acidez natural do leite, fatores que ocasionam a diminuição do pH e aumento da acidez (CARNEIRO et al., 2021).

O pH dos doces formulados neste estudo variaram de 7,12 a 7,43. Já os doces de marcas comerciais avaliados apresentaram pH na faixa de 5,74 a 6,33. Os maiores valores apresentados nos doces formulados podem ser explicados pela adição de bicarbonato de sódio em excesso, que foi utilizada para promover melhor cor e menor Arenosidade nos doces. Gaze et al. (2015a), ao analisarem marcas comerciais, encontraram valores de pH variando de 6,14 a 6,37, encontrando-se dentro de uma faixa compatível aos valores dos doces comerciais analisados. Ranalli, Andrés e Califano (2011) também obtiveram valores próximos aos doces de leite comerciais analisados, com variação de pH entre 5,70 e 6,15. Oliveira et al. (2010) obtiveram valores de pH para doces comerciais variando entre 6,57 e 6,86.

A acidez obtida das amostras de doce formuladas permaneceu entre 0,31 e 1,13%, valores condizentes com o pH final apresentado pelos doces. Já nos doces comerciais avaliados, a acidez permaneceu entre 2,96 e 5,17%, valores maiores que os dos doces formulados. Jacob et al. (2017), ao avaliarem doce de leite elaborado com leite de búfala, encontraram valores de acidez entre 3,24% e 3,61%, próximos aos dos doces comerciais. Oliveira et al. (2010) obtiveram valores de acidez entre 0,24% e 0,39% para doces comerciais, valores semelhantes ao do doce de leite elaborado com sacarose (DLP). Milagres et al. (2010) também encontraram valores de acidez na faixa de 0,24% a 0,26% para formulações com sacarose e com adoçantes, que foram menores aos obtidos neste estudo, tanto para os doces formulados quanto para as marcas comerciais avaliadas.

6.3.3 Cor

A cor é um atributo determinante na compra de produtos alimentícios, especialmente no caso de doces de leite. A Portaria N° 354, de 04 de setembro de 1997, estabelece que a cor do doce de leite deve ser “castanho caramelado proveniente da reação de Maillard”.

Em relação aos parâmetros de cor instrumental, os doces de leite formulados apresentaram luminosidade entre 28,52 e 31,72, o que aponta maior tendência à coloração escura, o que era esperado. Os doces comerciais apresentaram maior variação em luminosidade, de 32,99 a 59,48. Em relação ao parâmetro de cromaticidade a^* , os doces de leite elaborados apresentaram valores entre 4,97 e 6,70, e os doces comerciais entre 4,88 e 6,96, o que indica tendência dos doces à coloração avermelhada. Para o parâmetro de cromaticidade b^* , os doces de leite elaborados apresentaram valores entre 10,16 e 11,75, e os doces comerciais entre 14,29 e 27,85, condizente com a tendência à coloração amarelada.

As diferenças totais de cor (ΔE) entre as amostras foram calculadas, adotando-se o doce de leite formulado com sacarose como padrão, e estão expressas na Tabela 8.

Tabela 8. Mudança global de cor (ΔE)

Varição	ΔE
MARCA D	32,09 ± 0,41
MARCA B	15,42 ± 0,12
MARCA C	11,81 ± 0,20
DLX	3,97 ± 2,30
MARCA A	3,46 ± 1,33
DLE	2,39 ± 0,26

Fonte: O Autor, 2023.

É possível notar diferenças maiores para as marcas comerciais, em relação aos doces formulados neste estudo, sugerindo que estes doces não sofreram uma grande variação de cor mesmo substituindo a sacarose por xilitol ou eritritol. Além do tipo de carboidrato utilizado na formulação, outros fatores muito relevantes no desenvolvimento da cor são o tempo do doce ao fogo e a quantidade de bicarbonato adicionada (ALBA et al., 2020; CARNEIRO et al., 2021).

Segundo Adekunte et al. (2010), em relação a variação total de cor (ΔE), a percepção da diferença de cor pode ser descrita analiticamente, sendo fácil de se detectar a variação para $\Delta E > 3$, um pouco mais difícil de se detectar para o intervalo $1,5 < \Delta E < 3$, ou até quase não perceptível para $1,5 < \Delta E$.

As variações observadas nos parâmetros de cor instrumental ocorrem devido a diversos fatores, como por exemplo, a reação de Maillard, que afeta os açúcares redutores, enquanto os açúcares não-redutores não são afetados, além da utilização de aditivos para o controle de acidez, a caramelização, além do tempo e da temperatura a qual o doce de leite permanece no fogo, da existência de vapor, do tipo de panela/tacho utilizado para a fabricação do doce, pois quanto maior a superfície de contato do leite com o tacho, maior será a taxa de transferência de calor e a distribuição de temperaturas socorrerá de forma mais homogênea, resultando em maiores temperaturas atingidas durante o processo. Todos esses fatores promovem diferentes colorações para o produto (CARNEIRO et al., 2021; STHEPANI et al., 2019).

Diversas pesquisas da literatura relatam os valores obtidos para cor em amostras de doce de leite. No Quadro 2 estão apresentados alguns destes trabalhos.

Quadro 2. Parâmetros de cor instrumental (valores mínimos e máximos) obtidos por outros autores na avaliação de doces de leite.

Referência	L*		a*		b*	
	Valor máximo	Valor mínimo	Valor máximo	Valor mínimo	Valor máximo	Valor mínimo
O Autor	59,48 ± 0,32	28,52 ± 2,12	6,96 ± 0,04	4,88 ± 0,06	27,85 ± 0,40	10,16 ± 1,16
Gaze et al. (2015a)	62,11 ± 0,06	48,59 ± 0,09	16,90 ± 0,02	13,60 ± 0,02	27,70 ± 0,02	17,89 ± 0,10
Ranalli, Andrés e Califano, (2011)	50,4	36,4	9,07	6,56	26,1	16,9
Silva et al. (2015)	55,67 ± 2,9	51,22 ± 13,1	9,51 ± 0,0	9,06 ± 0,1	22,89 ± 0,2	20,78 ± 1,4

Fonte: O Autor, 2023.

Através do Quadro 2, observa-se que os valores de cores ficaram dentro da literatura e podem variar muito dependendo dos ingredientes e processo utilizado, como por exemplo, Silva et al. (2015) fabricou doces de leite com o auxílio de um evaporador de aço inoxidável a pressão atmosférica além de adicionarem em algumas amostras o amido, enquanto que Ranalli, Andrés e Califano (2011) e Gaze et al. (2015a), utilizaram diversos tipos de doces de leite

comerciais, não se sabendo o tipo de processo utilizado, mas suas composições são diferentes, tendo doces tradicionais, com redução de açúcar, com redução de gordura, além de alguns que usam emulsificantes e conservantes.

6.3.4 Perfil de textura

O perfil de textura instrumental (TPA) dos doces de leite formulados e das marcas comerciais foi avaliado, e os resultados estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Parâmetros do perfil de textura instrumental (TPA) dos doces elaborados e comerciais.

Doce	Dureza (gf)	Adesividade (g.s)	Coesividade	Gomosidade
DLP	143,1 ± 26,9	-1079,4 ± 217,6	0,87 ± 0,02	124,5 ± 21,2
DLE	283,9 ± 14,1	-1696,7 ± 76,9	0,90 ± 0,02	255,4 ± 12,8
DLX	647,8 ± 84,5	-3984,8 ± 744,4	0,66 ± 0,10	428,1 ± 80,6
Marca A	220,8 ± 11,5	-1566,5 ± 187,7	0,90 ± 0,02	197,5 ± 7,9
Marca B	59,1 ± 2,8	-282,1 ± 25,9	0,85 ± 0,03	50,2 ± 4,0
Marca C	134,3 ± 4,9	-1009,7 ± 27,3	0,88 ± 0,03	118,3 ± 7,3
Marca D	157,4 ± 13,3	-971,4 ± 82,7	0,77 ± 0,06	120,5 ± 2,7

DLP: doce de leite elaborado com sacarose; DLE: doce de leite elaborado com eritritol; DLX: doce de leite elaborado com xilitol; A, B e C: marcas comerciais de doces de leite adoçados com sorbitol e sucralose; D: marca comercial de doce de leite adoçado com xilitol.

Fonte: O Autor, 2023.

A dureza é caracterizada como a força requerida para a compressão do alimento entre os dentes, e nos doces de leite formulados os valores estavam entre 143,1 e 647,8. O maior valor foi observado para o doce de leite elaborado com xilitol, o que pode ser explicado pelo maior tempo de concentração necessário para que o doce atingisse umidade de até 30%, estabelecida pela legislação. Contudo, mesmo permanecendo mais tempo sob concentração, e apresentando dureza final bem superior aos demais, a umidade ainda não havia alcançado o máximo de 30%. Nos doces de marcas comerciais avaliados, foram obtidos valores de dureza entre 59,1 e 220,8, indicando que existe muita variabilidade neste tipo de produto, mesmo comercial. Variações na dureza também podem estar associadas à umidade, ao tempo de aquecimento, às quantidades de bicarbonato e açúcares adicionadas, a utilização de aditivos para emulsionar ou variar alguma característica, dentre outros fatores (CARNEIRO et al., 2021). Guerra et al. (2020) encontraram valores semelhantes para a dureza (219 gf) em doces de leite elaborados como padrão adicionados de sacarose. Ribeiro et al. (2019) obtiveram um valor de

59,25 gf para a dureza em doce de leite, e Leddomado et al. (2021), em estudo adicionando prebióticos em doces de leite, obtiveram um valor de dureza de 223,90 gf na amostra de doce de leite tradicional elaborada com sacarose.

A adesividade, tida como o trabalho para superar a força de atração entre as superfícies do alimento e a superfície de contato, é uma característica importante em alimentos. Para os doces formulados neste estudo foram obtidos valores entre -1079,4 e -3984,8 g.s. Valores elevados para este parâmetro já eram esperados, uma vez que se trata de um produto pastoso, em que ocorre maior interação entre gordura e proteína, favorecendo esta característica (CHANDAN, 2017). Para os doces comerciais avaliados, os valores encontrados estavam na faixa de -282,1 e -1566,5 g.s, o que mostra grande variação entre eles. Leddomado et al. (2021) encontraram valores de adesividade variando de 188,38 g.s à 309,22 g.s, para doce de leite elaborado com sacarose, mais baixos que os valores encontrados. Ferreira et al. (2012), em uma pesquisa que avaliou diversas formulações de doce de leite, encontraram valores mais baixos para a adesividade, contando com valores entre -121,99 e -418,34 g.s.

O parâmetro coesividade representa o grau de compressão, ou seja, a força entre os dentes antes de romper o alimento. Para os doces de leite formulados, este parâmetro apresentou valores entre 0,66 e 0,90, e para os doces comerciais, os valores permaneceram entre 0,77 e 0,90. Leddomado et al. (2021) encontraram para o doce de leite padrão, elaborado com sacarose, um valor de coesividade de 0,79, estando próximo aos resultados obtidos. Lima et al. (2020) também encontraram valor de coesividade (0,86) semelhante para o doce de leite elaborado com 100% de leite bovino e sacarose, de 0,86. Alcântara et al. (2019) também obtiveram resultados similares aos deste estudo, com valor de 0,83 para doce de leite elaborado com leite caprino.

A gomosidade é a força necessária para desintegrar a massa do alimento, obtida durante a mastigação, até que atinja o ponto de deglutição, é obtida pela relação entre dureza e coesividade e pode ser considerada um parâmetro secundário (BOLZAN; PEREIRA, 2017). Os valores de gomosidade obtidos para os doces de leite formulados permaneceram entre 124,5 e 428,1, e para as amostras comerciais os valores obtidos estavam entre 50,2 e 197,5. Guerra et al. (2020), ao elaborarem doces de leite com e sem adição de amido e soro obtiveram o valor de 227,1 gf para o doce de leite controle, sem amido e sem soro.

De acordo com a Portaria N° 354, de 04 de setembro de 1997, o doce de leite deve apresentar consistência cremosa ou pastosa, sem cristais perceptíveis sensorialmente. Embora

os doces formulados não tenham sido caracterizados sensorialmente, atenderam ao critério preconizado pela legislação.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foi proposto o desenvolvimento e a caracterização de três formulações de doce de leite, elaborados com leite captado diretamente da ordenha, sem padronização. A matéria-prima respeitou os parâmetros legais para leite, exceto para acidez.

Os doces produzidos eram do tipo pastoso, produzidos com sacarose, xilitol e sucralose e eritritol e sucralose. Todas as formulações apresentaram coloração condizente com o preconizado em legislação. Quanto à umidade, apenas o doce de leite elaborado com sacarose permaneceu abaixo de 30%, como estabelecido na legislação. Todos os doces também apresentaram teores de proteínas superiores ao mínimo estabelecido pela legislação. Para todas as formulações, os teores de gordura encontrados permitem classificá-los como doce de leite com creme. A quantidade de cinzas obtida em todas as formulações foi acima de 2%, definido em legislação, e todos os doces de leite apresentaram valores altos de atividade de água, sugerindo que são mais susceptíveis ao crescimento microbiano. O pH variou pouco entre os doces elaborados, e as medidas são condizentes com a acidez apresentada por eles. As três formulações desenvolvidas apresentaram coloração mais escura, e tendência ao vermelho e amarelo, compatíveis com a coloração marrom caramelo visualizada nos doces. Os resultados obtidos para os doces formulados, nas análises de textura quanto à dureza, adesividade, coesividade e gosmosidade são condizentes com doces do tipo pastoso, e refletem as diferenças de carboidratos utilizados nas formulações.

Este estudo mostra que é possível produzir doces de leite com carboidratos menos calóricos, como os polióis, contudo alguns desafios tecnológicos ainda precisam ser superados. A elaboração apenas com poliol não é suficiente para alcançar a doçura desejada nos doces utilizando-se as quantidades estabelecidas pela legislação, por esse motivo, os doces necessitam do incremento de um adoçante sintético, que neste trabalho foi a sucralose. Além disso, existe grande dificuldade em obter textura pastosa apenas com polióis, e por isso a adição de leite em pó se fez necessária. Outro desafio encontrado foi produzir os doces dentro do teor de umidade preconizado pela legislação, de no máximo 30%. Para isso, o tempo de concentração deve ser maior, o que pode prejudicar textura e cristalização.

Os doces de leite comerciais avaliados também apresentaram valores de umidade acima do permitido, assim como o relatado por outros trabalhos na literatura. Assim, seria

interessante uma revisão na normativa vigente, ou nas metodologias de avaliação de umidade para o doce de leite com a utilização de adoçantes.

8 REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Análise sensorial - Metodologia - Perfil de textura. NBR ISO 11036, de 28 de agosto de 2017.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Teste de Ordenação em Análise Sensorial, NBR 13.170, 1994. 7p.

ACERO, D. ZOELLNER, J. M. DAVY, B. M. HEDRICK, V. E. vyAcero, D.; Zoellner, J. M.; Davy, B. M.; Hedrick, V. E. Changes in Non-Nutritive Sweetener Consumption Patterns in Response to a Sugar-Sweetened Beverage Reduction Intervention. *Nutrients* 2020, vol. 12, no 11. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/nu12113428>>. Acesso em: 16 de março de 2023.

ADEKUNTE, A. TIWARI, B. CULLEN, P. SCANNELL, A. O'DONNELL, C. (2010). Effect of sonication on colour, ascorbic acid and yeast inactivation in tomato juice. *Food Chemistry*, 122(3), 500–507. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.026>>. Acesso em: 07 de junho de 2023.

AGIBERT, S. A. C. CARACTERIZAÇÃO REOLÓGICA, MICROBIOLÓGICA, FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE DOCE DE LEITE CAPRINO. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2013.

AGUIAR, C. DUARTE, R. CARVALHO, D. New approach to diabetes care: From blood glucose to cardiovascular disease. *Revista Portuguesa de Cardiologia (English Edition)*, Volume 38. Issue 1, January 2019, pages 53-63. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.repc.2018.03.013>

ALBA, C. F. VILLELA, G. K. M. BRUZAROSKI, S. R. TRENTIN, R. P. S. SOUZA, M. T. P. SCHACHETTI, I. S. C. SANTANA, E. H. W. SANTOS, J. S. Aspectos Sobre a Qualidade da Matéria-Prima de Doce de Leite e suas Implicações nas Propriedades Sensoriais do Produto: um Estudo em Aula Prática. *Ensaio e Ciência*, v. 24, n. 5 esp, p. 523-526, 2020. Disponível em: <<https://ensaioseciencia.pgsskroton.com.br/article/view/8408>>. Acesso em: 05 de junho de 2023.

ALCÂNTARA, V. M. MELO, M. O. P. ARAÚJO, A. J. B. RIBEIRO, V. H. A. SANTOS, N. C. (2019). Elaboração, estudo microbiológico e perfil de textura de doces de leite caprino saborizados com ameixa (*prunus domestica* l.). *Revista Craibeiras de Agroecologia*, 4(1), e7663.

ALVEZ, L. R. CARRIELLO, G. M. PEGORARO, G. M. FILHO, J. F. A UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS COMO FONTE DE POLIÓIS PARA A SÍNTESE DE POLIURETANO: UMA REVISÃO. *Disciplinarum Scientia. Série: Naturais e Tecnológicas*, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 99-118, 2021. DOI: <: 10.37779/nt.v22i1.3711 >. Acesso em 13 de jan de 2023.

AMANCIO, O. M. S. A IMPORTÂNCIA DO CONSUMO DE LEITE NO ATUAL CENÁRIO NUTRICIONAL BRASILEIRO. SBAN – SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTAÇÃO

E NUTRIÇÃO, 2015. Disponível em: http://sban.cloudpainel.com.br/source/SBAN_Importancia-do-consumo-de-leite.pdf. Acesso em: 04 de outubro de 2022.

ANGULO, O. LEE, H. S. O'MAHONY, M. (2007). Sensory difference tests: Overdispersion and warm-up. *Food Quality and Preference*, 18, 190–195.

ANSARI, A. R. M., MULLA, S. J. PRAMOD, G. J. (2015). Review on artificial sweeteners used in formulation of sugar free syrups. *International Journal of Advances in Pharmaceutics*, 4(2), 5–9.

ANVISA (2012). Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diário Oficial da União. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0054_12_11_2012.html>.

ANVISA (2020). Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diário Oficial da União, Edição 195, Seção 1, Página 106, 09/10/2020 .

ANVISA. Rótulos de alimentos vão informar consumidor sobre alto teor de açúcar e sódio. Governo do Brasil, 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/saude-e-vigilancia-sanitaria/2020/10/rotulos-de-alimentos-vao-informar-consumidor-sobre-alto-teor-de-acucar-esodio>>. Acesso em: 16 de março de 2023.

ANYANGO, J. O., DE KOCK, H. L., TAYLOR, J. R. N. (2011). Evaluation of the functional quality of cowpea-fortified traditional African sorghum foods using instrumental and descriptive sensory analysis. *Food Science and Technology*, 44, 2126–2133.

AQUINO, J. C. L. BOECHAT, J. U. D. SILVA, C. O. BARBOSA, M. I. M. J. SILVA, W. B. PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE DOCE DE LEITE UTILIZANDO LACTOSSORO NO INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE - CAMPUS BOM JESUS DO ITABAPOANA-RJ. *Higiene Alimentar*, volume 33 – NS. 288/289 – Abril / Maio De 2019.

ARCARI, S. G. MICHEILOF, F. R. BRUGNEROTTO, T. Desenvolvimento e Caracterização de Geleias Dietéticas de Morango. 4º Seminário de Pesquisa, Extensão e Inovação do IFSC, 2014. 4f.

ARCHER, E. (2018). In defense of sugar: A critique of diet-centrism. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 61(1), 10–19.

ARDALAN, M. R., TABIBI, H., ATTARI, V. E. MAHDAVI, A. M. Nephrotoxic effect of aspartame as an artificial sweetener: A brief review. *Iranian Journal of Kidney Diseases*, 11(5), 339, 2017.

BARBARO, P.; LIGUORI, F.; MORENO-MARRODAN, C. Selective direct conversion of C5 and C6 sugars to high added-value chemicals by a bifunctional, single catalytic body. *Green Chemistry* 2016, 18, 2935. Acesso em: 24 de outubro de 2022.

Barros, L. Transtornos metabólicos que afetam a qualidade do leite. In: González, F. Doze leituras em bioquímica clínica veterinária. Porto Alegre: Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 159p. 2018.

BARROS, S. L. SILVA, W. P. FIGUEIRÊDO, R. M. F. ARAÚJO, T. J. SANTOS, N. C. GOMES, J. P. Efeito da adição de diferentes tipos de açúcar sobre a qualidade físico-química de geleias elaboradas com abacaxi e canela. *Revista Principia*, v.1, n.45, p.150-157, 2019. Disponível em <<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/viewFile/2787/1084>>. Acesso em 29 de maio de 2023.

BENTO, R. A. ANDRADE, S. A. C. SILVA, A. M. A. D. Análise sensorial de alimentos. Pernambuco: Editora da Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2013. 142 p.

BERTRAND, E., BOUSTANY, E. P., FAULDS, C. BERDAGUÉ, J. (2018). The maillard reaction in food: an introduction. *Reference Module in Food Science*, 1–10

BESERRA, S. PATZSCH, G. C. DUARTE, A. Z. SEIXAS, F. A. V. COSTA, S. C. Composição proximal de geleias de cerveja elaboradas com edulcorantes artificiais e naturais extraídos da Stevia rebaudiana. In: VII SIMPÓSIO DE BIOQUÍMICA E BIOTECNOLOGIA, 2019, Londrina. *Anais eletrônicos Vol. 2*, 2019. - 114292. Campinas, Galoá, 2019. Disponível em: <<https://proceedings.science/simbbtec-2019/trabalhos/composicao-proximal-de-geleias-de-cerveja-elaboradas-com-edulcorantes-artificiais?lang=pt-br#>>. Acesso em: 29 de maio de 2023.

BLANCO, A. R., PIAGENTINI, A., ROZYCKI, S., LEMA, A., PAULETTI, M. S. PANIZZOLO, L. A. Evolución del desarrollo del color en sistema modelo de composición similar al dulce de leche. Influencia del tiempo de calentamiento y del pH. *Revista Del Laboratorio Tecnológico Del Uruguay*. vol. 7, 2012.

BOLZAN, A.B.; EDIMIR ANDRADE PEREIRA, E.A. Elaboração e caracterização de doce cremoso de caqui com adição de sementes da araucária. *Brazilian Journal of Food Technology*. v. 20, p.1- 11, 2017. DOI: <<https://doi.org/10.1590/1981-6723.6116>>.

BOUTEILLE, R., CORDELLE, S., LAVAL, C., TOURNIER, C., LECANU, B., THIS, H. SCHLICH, P. Sensory exploration of the freshness sensation in plain yoghurts and yoghurt-like products. *Food Quality and Preference*, 30, 282–292, 2013.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução RDC nº 18, de 24 de março de 2008. Dispõe sobre o Regulamento Técnico que autoriza o uso de 42 aditivos edulcorantes em alimentos, com seus respectivos limites máximos. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 25 mar. 2008. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-18-de-24-de-marco-de-2008.pdf>> Acesso em: 13 jan de 2023.

BRASIL. Como fazer doce de leite: principais características, classificação e preparo. CPT, 2014. Disponível em: <<https://www.cpt.com.br/cursos-laticinios/artigos/como-fazer-doce-de-leite-principais-caracteristicas-classificacao-e-preparo>>. Acesso em: 14 de jan de 2023.

BRASIL. Exportações e Importações geral. COMEX STAT, 2023. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>>. Acesso em: 27 de junho de 2023.

BRASIL. Instrução Normativa nº 68 de 12 de dezembro de 2006. Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos. Disponível em: <http://www.ci-dasc.sc.gov.br/inspecao/files/2020/09/IN-MAPA-n%C2%BA-68-de-12-dedezembro-2006.pdf>. Acesso em: 06 de abril de 2020.

BRASIL. Mapeamento das fábricas de doce de leite no Brasil. InnovaDoce. Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, 2022. Disponível em: <https://www.inovaleite.com/innovadoce>. Acesso em: 27 de junho de 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (1996). Portaria nº 146 de 07 de março de 1996. Regulamento técnico de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal DIPOA. Disponível em: https://www.dourados.ms.gov.br/wp-content/uploads/2016/05/RTIQ-Leite-Completo-POR-TARIA-146_96-ok.pdf. Acesso em: 30 de setembro de 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (1997). Portaria nº 354 de 04 de setembro de 1997. Regulamento técnico de Identidade e Qualidade de Doce de Leite. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Acesso em: 30 de setembro de 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76 de 26 de novembro de 2018. Regulamento técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado. Diário Oficial da União. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/inspleite/files/2019/04/INSTRU%C3%87%C3%83O-NORMATIVA-N%C2%BA-76-DE-26-DE-NO-VEEMBRO-DE-2018-Di%C3%A1rio-Oficial-da-Uni%C3%A3o-Imprensa-Nacional.pdf>. Acesso em: 30 de setembro de 2022.

BRASIL, Resolução da diretoria colegiada 360 de 23 de dezembro de 2003; Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26/12/2003, Seção 1, p. 28.

BRAY, G. A. POPKIN B. M. Calorie-sweetened beverages and fructose: what have we learned 10 years later. *Pediatric Obesity*, v. 8, n. 4; p. 242-248, 2013.

BRAZ, M. ASSUMPÇÃO, D. BARROS, M. B. A. FILHO, A. A. B. Consumo de açúcares de adição por adolescentes em estudo de base populacional. *Ciência & Saúde Coletiva* [online], v. 24, n. 9, p. 3237-3246, 2019. Disponível em: <http://cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/consumo-de-acucares-de-adicao-por-adolescentes-em-estudo-de-base-populacional/16639?id=16639>. Acesso em 07 de outubro de 2022.

CALLE-ALONSO, F., AND PEREZ, C. J. A statistical agreement-based approach for difference testing. *Journal of Sensory Studies*, vol. 28, pág. 358–369, 2013.

CAPPATO, L. P., FERREIRA, M. V. S., MORAES, J., PIRES, R. P. S., ROCHA, R. S., SILVA, R.
CALADO, V. M. (2018). Whey acerola-flavoured drink submitted Ohmic heating: Bioactive compounds, antioxidant capacity, thermal behavior, water mobility, fatty acid profile and volatile compounds. *Food Chemistry*, vol. 263, pág. 81–88, 2018.
COUTINHO, N. M., SILVEIRA, M. R., ROCHA, R. S., MORAES, J., FERREIRA, M. V. S., PIMENTEL, T.

C.BORGES, F. O. Cold plasma processing of milk and dairy products. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 74, pág. 56–68, 2018.

CARNEIRO, L. C. M.; PINTO, C. B. A.; GOMES, E. R.; PAULA, I. L. de; POMBO, A. F. W.; STEPHANI, R.; CARVALHO, A. F.; PERRONE, Í. The chemistry and technology of dulce de leche: a review. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 10, n. 11, p. e155101119408, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i11.19408. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/19408>. Acesso em: 2 dec. 2022.

CAROCHO, M., MORALES, P., & FERREIRA, I. C. F. R. Sweeteners as food additives in the XXI century: A review of what is known, and what is to come. *Food and Chemical Toxicology*, vol. 107, pág. 302–317, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.06.046>

CARVALHO, D. R. BERTI, M. A. DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE DOCE DE LEITE COLONIAL LIGHT ACRESCENTADO DE AVEIA COM CALDA DE MORANGO. Francisco Beltrão, PR. Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnólogo em Alimentos – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, 2014. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/11682/2/FB_COALM_2013_2_04.pdf>. Acesso em: 29 de maio de 2023.

CASTRO-MUÑOZ, R.; CORREA-DELGADO, M.; CÓRDOVA-ALMEIDA, R.; LARANAVA, D.; CHÁVEZ-MUÑOZ, M.; VELÁSQUEZ-CHÁVEZ, V.F.; HERNÁNDEZ-TORRES, C.E.; GONTAREK-CASTRO, E.; AHMAD, M.Z. Natural sweeteners: Sources, extraction and current uses in foods and food industries. *Food Chem.* vol. 370, 15 de fevereiro de 2022. Doi: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130991>>.

CERVERA-CHINER, L., BARRERA, C., BETORET, N., SEGUÍ, L. (2021). Impact of sugar replacement by non-centrifugal sugar on physicochemical, antioxidant and sensory properties of strawberry and kiwifruit functional jams. *Heliyon*, vol. 7(1), 15 de jan. de 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e05963>.

CHANDAN, R. C. Chapter 2 - An overview of yogurt production and composition. N.P. Shah (Ed.), *Yogurt in health and disease prevention*, Academic Press, p. 31-47, 2017.

CHATTOPADHYAY, S. et al. Artificial Sweeteners – A Review. *Journal of Food Science and Technology*, v. 51, n. 4, p. 611-621. 2014. Acesso em: 01 de outubro de 2022.

CHOUDHARY, A. K. PRETORIUS, E. (2017). Revisiting the safety of aspartame. *Nutrition Reviews*, vol. 75(9), p. 718–730.

CLARK, S., COSTELLO, M., DRAKE, M., BODYFELT, F. (2009). *The sensory evaluation of dairy products*. New York: Springer

CLEMENTE, M. ROCHA, R. J. IHA, K. ROCCO, J. A. F. F. Desenvolvimento de tecnologia de pré-polímeros na síntese de poliuretanos empregados em combustíveis sólidos. *Química Nova*, v. 37, n. 6, p. 982-988, 2014. Acesso em 13 de jan de 2023.

CRUZ, A.G; ZACARCHENCO, P.B.; OLIVEIRA, C.A.F.; CORASSIN, C.H. Química, bioquímica, análise sensorial e nutrição no processamento de leite e derivados. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. 282 p.

DAMODARAN, S., PARKIN, K.L. (Eds.). (2017). Fennema's Food Chemistry (5th ed.) 2017. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315372914>

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. Química de Alimentos de Fennema. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DE KRUIF, C. G.; HUPPERTZ, T.; URBAN V. S.; PETUKHOV A. V. Casein micelles and their internal structure. *Advances in Colloid and Interface Science*, v. 171–172, p. 36–52, 2012.
DE WIT, J. N. Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. *Journal of Dairy Science*, United States, v. 81, p. 597-608, 1998.

DELHOLM, C. (2012). Descriptive sensory evaluations: Comparison and applicability of novel rapid methodologies. Frederiksberg, Denmark: SL Grafik.

DEMIATE et al. Determinação de Açúcares Redutores e Totais em Alimentos. Comparação entre Método Colorimétrico e Titulométrico. *Publicatio UEPG – Exact and Soil Sciences, Agrarian Sciences and Engineering*, v. 8, n. 1, p. 65-78, 2002. Disponível em: < <http://www.revistas2.uepg.br/index.php/exatas/article/view/772/677> >.

DEMIATE, I. M.; KONKEL, F. E.; PEDROSO, R. A. Avaliação da qualidade de amostras comerciais de doce de leite pastoso: composição química. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 21, n. 1, p. 108-114, 2001.

Direção-Geral da Saúde, editor. Portugal - Doenças cérebro-cardiovasculares em números-2015. Programa nacional para as doenças cérebro-cardiovasculares. Lisboa: Direção-Geral da Saúde; 2016.

EDWARDS, C. H., ROSSI, M., CORPE, C. P., BUTTERWORTH, P. J., ELLIS, P. R. (2016). The role of sugars and sweeteners in food, diet and health: Alternatives for the future. *Trends in Food Science and Technology*, 56, 158–166, 2016. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.07.008> >. Acesso em: 01 de junho de 2023.

FAN W. Epidemiology in diabetes mellitus and cardiovascular disease. *Cardiovasc Endocrinol*.vol. 6, p. 8-16, 2017.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO STAT - Livestock Primary. Roma, Italy, 2019. Disponível em: Acesso em: 28 de set. de 2022.

FAO. Food and Agriculture Organization. Milk and dairy products in human nutrition. Rome, 2013.

FDA. (2019, January). Aspartame. Additional Information about High-Intensity Sweeteners Permitted for Use in Food in the United States.

FERREIRA, C. Z. Composição de geleias de morango preparadas com açúcar, sucos de frutas ou edulcorantes. Brasília, DF. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Nutrição – Universidade de Brasília – UNB, 2013. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/7898/1/2013_CatherineZilaFerreira.pdf>. Acesso em: 29 de maio de 2023.

FERREIRA, L. O. PEREIRA, P. A. P. MARIA, J. PINTO, S. M. AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DE DOCES DE LEITE COMERCIAIS. *Rev. Inst. Latic.* “Cândido Tostes”, Jul/Ago, nº 387, 67: 05-11, 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/272905940_Evaluation_of_the_attributes_of_quality_of_market_doce_de_leite/fulltext/57bb7ae008ae9fdf82ef08de/Evaluation-of-the-attributes-of-quality-of-market-doce-de-leite.pdf>. Acesso em: 30 de maio de 2023.

FERREIRA, M. B. DOCE DE LEITE OVINO PRODUZIDO COM E SEM ADIÇÃO DE CREME DE LEITE OVINO. Itaqui, RS. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharel em Nutrição – Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, 2017. Disponível em: <<https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/6308/1/Morgana%20Balbueno%20Ferreira%20-%202017.pdf>>. Acesso em: 30 de maio de 2023.

FERREIRA, T. A. H. (2010). DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE SENSORIAL DE SORVETE À BASE DE SOJA COM REDUÇÃO DE AÇÚCAR. *Revista Uningá*, 25(1). Disponível em: <<https://doi.org/10.46311/2318-0579.25.eUJ895>>. Acesso em: 20 de jan. de 2023.

FERREIRA, V.L.P. (Coord.). Análise sensorial – Testes discriminativos e afetivos. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, p. 73- 77, 2000. (Manual Série Qualidade)

FERREIRA, L. O.; PEREIRA, P. A. P.; MARIA, J.; PINTO, S. M. Avaliação das características de qualidade de doces de leite comerciais. *Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”*, v. 387:67, p. 05-11, 2012.

FIGUEIREDO, L. S., SCAPIN, T., FERNANDES, A. C., & PROENÇA, R. P. C. Where are the low-calorie sweeteners? An analysis of the presence and types of low-calorie sweeteners in packaged foods sold in Brazil from food labeling. *Public Health Nutrition*, v. 21(3), p. 447–453, 2017. <https://doi.org/10.1017/S136898001700283X>

FIORE, A., DI MONACO, R., CAVELLA, S., VISCONTI, A., KARNEILI, O., BERNHARDT, S., FOGLIANO, V. Chemical profile and sensory properties of different foods cooked by a new radiofrequency oven. *Food Chemistry*, v. 139, p. 515–520, 2013.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Adoçantes calóricos e não calóricos. Barueri, São Paulo, p. 22-35, n. 15, 2010.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Dossiê edulcorantes. *Revista Food Ingredients Brasil*, São Paulo, n. 24. p. 28-52, 2013.

FORSYTHE, S.J. *Microbiologia da Segurança dos Alimentos*. 2ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 607p.

FOX, P. F. *Developments in Dairy Chemistry - 3: Lactose and Minor Constituents*. Editora: Elsevier Applied Science Publishers 2a ed., 1998.

FRANCISQUINI, J. D., ROCHA, J., MARTINS, E., STEPHANI, R., SILVA, P. H. F., RENHE, I. R. T., PERRONE, I. T. CARVALHO, A. 5-Hydroxymethylfurfural formation and color change in lactose-hydrolyzed Dulce de leche. *Journal of Dairy Research*, v. 86, p. 477-482, 2019.

GÄNZLE, M. G.; HAASE, G.; JELEN, P. Lactose: Crystallization, hydrolysis and value-added derivatives. *International Dairy Journal*, v. 18, n. 7, p. 685–694, jul. 2008.

GARCIA, P. V. C. CERBELLA, H. MATEUS, F. O. *Fabricação de Queijos e Doce de Leite*. Rio de Janeiro Centrais Elétricas Brasileiras S.A. 1ª edição - Eletrobras 2014. Disponível em: <<https://www.cpt.com.br/cursos-laticinios/artigos/doce-de-leite-principais-caracteristicas-e-modo-de-preparo>>. Acesso em: 26 de março de 2023.

GAVAHIAN, M., TIWARI, B. K., CHU, Y., TING, Y. & FARAHNAKY, A. Food texture as affected by ohmic heating: Mechanisms involved, recent findings, benefits, and limitations. *Trends in Food Science and Technology*, v. 86, p. 328–339, 2019.

GAZE, L. V. COSTA, M. P. MONTEIRO, M. L. G. LAVORATO, J. A. A. CONTE JÚNIOR, C. A. RAICES, R. S. L. CRUZ, A. G. FREITAS, M. Q. Dulce de Leche, a typical product of Latin America: Characterisation by physicochemical, optical and instrumental methods. *Food Chemistry*, vol. 169, 2015a, pág. 471–477. Doi: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.017>>. Acesso em: de janeiro de 2023.

GAZE, L. V., OLIVEIRA, B. R., FERRAO, L. L., GRANATO, D., CAVALCANTI, R. N. JÚNIOR, C. FREITAS, M. Q. Preference mapping of dulce de leche commercialized in Brazilian markets. *Journal of Dairy Science*, v. 98, p. 1443–1454, 2015b
JAEGER, H., JANOSITZ, A., & KNORR, D. The Maillard reaction and its control during food processing. The potential of emerging technologies. *Pathologie Biologie*, v. 58, p. 207–213, 2010.
NUNES, L., & TAVARES, G. M. Thermal treatments and emerging technologies: Impacts on the structure and techno-functional properties of milk proteins. *Trends in Food Science & Technology*, v. 90, p. 88–99, 2019.
R. SILVA, et al. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* v. 65, 2020.

GIMÉNEZ, A., ARES, G., & GÁMBARO, A. Consumer reaction to changes in sensory profile of dulce de leche due to lactose hydrolysis. *International Dairy Journal*, v.18(9), p. 951-955, 2008.

GLAUBER, G. O. EDULCORANTES: TENDÊNCIAS DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS NA REDUÇÃO DE AÇÚCAR – REVISÃO DE LITERATURA. João Pessoa, PB. Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnólogo em Alimentos – Universidade Federal da Paraíba, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/15782/1/GOS19092019.pdf>>. Acesso em: 20 de jan. de 2023

GONZALEZ-ÁLVAREZ, M., NOGUEROL-PATO, R., GONZÁLEZ-BARREIRO, C., CANCHO-GRANDE, B. SIMAL-GANDARA, J. Sensory description of sweet wines obtained by the winemaking procedures of raisining, botrytisation and fortification. *Food Chemistry*, v. 145, p. 1021–1030, 2014.

GRANSTRÖM, T. B.; IZUMORI, K.; LEISOLA, M. A rare sugar xylitol. Part I: the biochemistry and biosynthesis of xylitol. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v. 74, p. 277, 2007. Acesso em: 24 de outubro de 2022.

GREMBECKA M. Em *Sugar Alcohols as Sugar Substitutes in Food Industry*; Merillon J. M.; Ramawat, K., eds.; Springer: Switzerland, 2016, pp 1-27. Acesso em: 24 de outubro de 2022.

GRUNERT, K. G. Food quality and safety: consumer perception and demand. *European Review of Agricultural Economics*, v. 32: p. 369–391, 2005. Doi: <http://dx.doi.org/10.1093/eurrag/jbi011>.

GUERRA, C. R. A. MARINHO, S. D. G. A. STEPHANI, R. RENHE, I. R. T. CARVALHO, A. F. PERRONE, I. T. Utilização de soro de leite e amido na produção de doce de leite pastoso: rendimento, composição, perfil de textura, viscosidade e avaliação sensorial de aceitação. *Revista Inst. Laticínios Cândido Tostes*, v. 75(1), p. 1-9. 2020. DOI: <<https://doi.org/10.14295/2238-6416.v75i1.747>>.

GUIMARÃES, I. C. O.; LEÃO, M. H. M. R.; PIMENTA, C. J.; FERREIRA, L. O.; FERREIRA, E. B. Development and description of light functional dulce de lechewith coffee. *Revista Ciência eAgrotecnologia*., Lavras, v.36, n.2, p.195-203, 2012.

HAAKAWA, F., KAZAMI, Y., ISHIHARA, S., NAKAO, S., NAKAUMA, M., FUNAMI, T., NISHINARI, K., AND KOHYAMA, K. Characterization of eating difficulty by sensory evaluation of hydrocolloid gels. *Food Hydrocolloids*, v. 38, p. 95–103, 2014.

HAGGER, M. S., TROST, N., KEECH, J. J., CHAN, D. K. C., HAMILTON, K. Predicting sugar consumption: Application of an integrated dual-process, dual-phase model. *Appetite*, v. 116, p. 147–156, 2017.

HAWKO, C., VERRIELE, M., HUCHER, N., CRUNAIRE, S., LEGER, C., LOCOGE, N., SAVARY, G. A review of environmental odor quantification and qualification methods: the question of objectivity in sensory analysis. *Sci. Total Environ.* 795, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148862>>. Acesso em: 21 de jan. de 2023.

HU, D. CHENG, L. JIANG, W. Sugar-sweetened beverages consumption and the risk of depression: A meta-analysis of observational studies. *J. Affect. Disord.* v. 245, p. 348–355, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2018.11.015>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Brasília, DF, 2018. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 28 de set. de 2022

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Brasília, DF, 2022. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 13 de nov. de 2022

IDF - International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas. 10ed.,2021. Disponível em: <<https://diabetesatlas.org/>>. Acesso em: 30 de setembro de 2022.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4ª ed. pág, 98-99. São Paulo, 2008.

Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (Idec). Redução de sódio em alimentos: uma análise dos acordos voluntários no Brasil. São Paulo: Idec; 2014. Cadernos Idec-Série Alimentos. Volume 1.

IWASAKI, Y. The history of odor measurement in Japan and triangle odor bag method. Annual Meeting of Odor Research and Engineering Association, Tokyo, Japan. July 2012.

JACOB, V. R. ROQUE, C. M. SILVA, A. S. L. NEVE, K. A. L. OTANI, F. S. ASPECTOS DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE DOCE DE LEITE DE BÚFALAS DA RAÇA MURRAH, A PARTIR DE LEITE FRESCO E ARMAZENADO. Revista Agroecossistemas, v. 9, n. 2, p. 288-298, 2018.

JAEGER, S. R., REINBACH, H. C., ROIGARD, C. M., MCRAE, J. F., PINEAU, B., CHHEANG, S. L., BERESFORD, M. K., ROUSE, S. A., JIN, D., PAISLEY, A. G., JIA, Y., NEWCOMB, R. D. Sensory characterisation of food and beverage stimuli containing β -ionone and differences between individuals by genotype for rs6591536. Food Research International, v. 62, p. 205–214, 2014.

JEYA, M., LEE, K.M., TIWARI, M.K., KIM, J.S., GUNASEKARAN, P., KIM, S.Y., KIM, I.W., LEE, J.K., 2009. Isolation of a novel high erythritol-producing *Pseudozyma tsukubaensis* and scale-up of erythritol fermentation to industrial level. Appl. Microbiol. Biotechnol. v. 83, p. 225–231, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00253-009-1871-5>. Acesso em: 03 de outubro de 2022.

JUNIOR, L. C. A. Variáveis relacionadas a não conformidades em qualidade do leite: baixa acidez titulável e baixo teor de extrato seco desengordurado. (Programa de PósGraduação em Ciência Animal) Universidade de Santa Catarina – Lages, 2018. Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1294/luis_carlos_arruda_junior_15671863859668_1294.pdf. Acesso em: 25 de maio de 2023.

KHAMISE, N., TAYEL, D., HELMY, M. ABORHYEM, S. Effect of Aspartame and Sucralose Artificial Sweeteners on Weight and Lipid Profile of Male Albino Rats. Journal of High Institute of Public Health, p. 87–100, 2020. <https://doi.org/10.21608/jhiph.2020.108281>.

KOBAYASHI, Y.; IWATA, H.; MIZUSHIMA, D.; OGIHARA, J.; KASUMI, T. Erythritol production by *Moniliella megachiliensis* using nonrefined glycerol waste as carbon source. Letters in Applied Microbiology, v. 60, 475p., 2015. Disponível em: <<https://academic.oup.com/lambio/article/60/5/475/6699666?login=false>>. Acesso em: 01 de julho de 2023.

KONICA MINOLTA. Avaliação de Cor Instrumental. 2014. Disponível em: <<http://sensing.konicaminolta.com.br/2014/01/avaliacao-de-cor-instrumental/>>. Acesso em: 13 jan. 2023.

KONKEL, F. E. OLIVEIRA, S. M. R. SIMÕES, D. R. S. DEMIATE, I. M. Avaliação sensorial de doce de leite pastoso com diferentes concentrações de amido. *Food Science and Technology* [online], v. 24, n. 2, p. 249-254, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-20612004000200015>>. Acesso em: 14 de jan. de 2023.

KOSMIDER, J. KRAJEWSKA, B. Determining temporary odor concentration under field conditions – comparison of methods. *Polish Journal of Environmental Studies*, v. 16, p. 215–225, 2007.

KRISHNASAMY, K. (2020). Artificial Sweeteners. In *Weight Management*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.93199>.

LAAKSO M. Cardiovascular disease in type2 diabetes: challenge for treatment and prevention. *J Intern Med*, v. 249, p. 225-35, 2008.

LAGUNA, L.E. EGITO, A. S. Fabricação de doce pastoso com leite de cabra. Sobral: Embrapa Caprinos, 1999. 19 p. (Circular técnica, 22).

LEDDOMADO, L. S. SILVA, R. GUIMARÃES, J. T. BALTHAZAR, C. F. RAMOS, G. L. P. A. FREITAS, M. Q. DUARTE, M. C. K. H. NETO, R. P. C. TAVARES, M. I. PIMENTEL, T. C. SILVA, P. H. F. RAICES, R. S. L. SILVA, M. C. CRUZ, A. G. ESMERINO, E. A Technological benefits of using inulin and xylooligosaccharide in *dulce de leite*. *Food Hydrocolloids*. vol 110, 2021. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106158>>. Acesso em: 01 de junho de 2023.

LEE, H. S. VAN HOUT, D. HAUTUS, M. J. Comparison of performance in the A–Not A, 2-AFC, and same–different tests for the flavor discrimination of margarines: The effect of cognitive decision strategies. *Food Quality and Preference*, v. 18, p. 920–928, 2007a.

LEE, H. S. VAN HOUT, D. O’MAHONY, M. Sensory difference tests for margarine: A comparison of R-Indices derived from ranking and A-Not A methods considering response bias and cognitive strategies. *Food Quality and Preference*, v.18, p. 675–680, 2007b.

LEE, J. S., RAMALINGAM, S., JO, I. G., KWON, Y. S., BAHUGUNA, A., OH, Y. S., KIM, M. (2018). Comparative study of the physicochemical, nutritional, and antioxidant properties of some commercial refined and non-centrifugal sugars. *Food Research International*, v. 109, p. 614–625, 2018.

LENHART, A. CHEY W. D. A systematic review of the effects of polyols on gastrointestinal health and irritable bowel syndrome. *Advances in Nutrition*, vol 8, issue 4, July 2017, pages 587-596. DOI: < <https://doi.org/10.3945/an.117.015560>>.

LEWKOWSKA, P., DYMERSKI, T., NAMIEŚNIK, J. Use of sensory analysis methods to evaluate the odor of food and outside air. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* V. 45, p. 2208–2244, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1080/10643389.2015.1010429>.

LIGNOU, S., PARKE, J. K., BAXTER, C., AND MOTTRAM, D. S. Sensory and instrumental analysis of medium and long shelf-life Charentais cantaloupe melons (*Cucumis melo* L.) harvested at different maturities. *Food Chemistry*, v. 148, p. 218–229, 2014.

LIMA, P. C. MARCO, I. STEIN, V. PAGOTTO, C. K. RIGO, E. CAVALHEIRO, D. SCHOGOR, A. L. B. Obtaining and characterizing dulce de leche prepared with sheep' s and cow' s milk in different proportions. *Food Science and Technology*, v. 40, p. 832–837, 2020. DOI: <<https://doi.org/10.1590/fst.16819>>.

LIVESEY, G; Health potential of polyols as sugar replacers, with emphasis on low glycaemic Properties. *Nutrition Research Reviews*, 16, 163-191. DOI: 10·1079/NRR200371.

LIU, Y. X., CAO, M. J., & LIU, G. M. Texture analyzers for food quality evaluation. In *Evaluation Technologies for Food Quality*. Woodhead publishing, p. 441-463, 2019. GUIMARÃES, J. T., BALTHAZAR, C. F., SILVA, R., ROCHA, R. S., GRAÇA, J. S., ESMERINO, E. A., SILVA, M. C., SANT'ANA, A. S., DUARTE, M. C. K. H., FREITAS, M. Q. & CRUZ, A. G. Impact of probiotics and prebiotics on food texture. *Current Opinion in Food Science*, v. 33, p. 38–44, 2020. SILVA, R., ROCHA, R. S., GUIMARÃES, J. T., BALTHAZAR, C. F., PIMENTEL, T. C., NETO, R. P. C. TAVARES, M. I. B. ESMERINO, E. A. DUARTE, M. C. K. H. FREITAS, M. Q. SILVA, P. H. F. CAPPATO, L. P. RAICES, R. S. L. SILVA, M. C. CRUZ, A. G. Advantages of using ohmic heating in Dulce de Leche manufacturing. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v. 65, Article 102475, 2020.

LUND, M. N. RAY, C. A. Control of maillard reactions in foods: strategies and chemical mechanisms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 65 (23), p. 4537–4552, 2017.

MÄKINEN, K. K. Gastrointestinal Disturbances Associated with the Consumption of Sugar Alcohols with Special Consideration of Xylitol: Scientific Review and Instructions for Dentists and Other Health-Care Professionals. *International Journal of Dentistry*. 2016. Acesso em: 03 de outubro de 2022.

MARTINS, A. G. L. A. MIRANDA, D. S. A. PEREIRA, F. O. PINHEIRO, R. M. M. MOARES, C. P. M. FERRAZ, F. S. Estabilidade microbiológica e nutricional de doce de leite pastoso durante o armazenamento em condições ambientais. s. *Revista AGROTEC*, v. 36, n. 1, p. 161-166, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufpb.br/index.php/at/article/view/23798/13592>>. Acesso em: 05 de junho de 2023.

MCCAIN, H. R., KALIAPPAN, S., DRAKE, M. A. Invited review: Sugar reduction in dairy products. *Journal of Dairy Science*, 2018. Acesso em: 01 de outubro de 2022.

MEZGER, T. G. (2014). *The rheology handbook*. (4a ed.), Vicentz Network, 2014.

MILAGRES, M. P. DIAS, G. MAGALHÃES, M. A. SILVA, M. O. RAMOS, A. M. Análise físico-química e sensorial de doce de leite produzido sem adição de sacarose. *Rev. Ceres, Viçosa*, v. 57, n.4, p. 439-445, jul/ago, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rce-res/a/mC3wFcLBwqyYsR56FKVSWxD/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 31 de maio de 2023.

MOHAMAD, N. L. et al. Xylitol Biological Production: A Review of Recent Studies. *Food Reviews International*. v. 31, issue 1, p. 74-89, 2015. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/87559129.2014.961077>>. Acesso em: 01 de outubro de 2022.

MONACO, R.D; MIELE, N.A.; CABISIDAN, E.K.; CAVELLA, S. Strategies to reduce sugars in food. *Current opinion in food science*, v. 19, p. 92-97, 2018.

MOORADIAN, A. D., SMITH, M., & TOKUDA, M. The role of artificial and natural sweeteners in reducing the consumption of table sugar: A narrative review. *Clinical Nutrition ESPEN*, v. 18, p. 1–8, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2017.01.004>.

MORA, M. R., DANDO, R. The sensory properties and metabolic impact of natural and synthetic sweeteners. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 20 (2), p. 1554–1583, 2021.

MORICONI, E., FERACO, A., MARZOLLA, V., INFANTE, M., LOMBARDO, M., FABBRI, A., & CAPRIO, M. Neuroendocrine and metabolic effects of low-calorie and non-calorie sweeteners. *Frontiers in Endocrinology*, v. 11, p. 1–17, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00444>

MS (2018). Brasil assume meta para reduzir 144 mil toneladas de açúcar até 2022. Secretaria de Atenção Primária à Saúde (SAPS) - 27/11/2018. Ministério da Saúde. Retrieved from: <https://aps.saude.gov.br/noticia/4854>. Accessed April 28, 2022

MUNIZ LC, MADRUGA SW, ARAÚJO CL. Consumo de leite e derivados entre adultos e idosos no Sul do Brasil: um estudo de base populacional. *Ciência Saúde Coletiva*, v. 18 (12), 2013.

MURRAY, J. M., DELAHUNTY, C. M., AND BAXTER, I. A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. *Food Research International*, v. 34, p. 461–471, 2001.

MUSSATTO, S. I.; ROBERTO, I. C. Xilitol: Edulcorante com efeitos benéficos para a saúde humana. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v. 38, 401p., 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbcf/a/W7wsrFqVKVkt8Lsp3RzYRgx/?lang=pt>>. Acesso em: 20 de jan. de 2023.

NICOLUCI, I. G. TAKEHARA, C. T. BRAGOTTOA, A. P. A. EDULCORANTES DE ALTA INTENSIDADE: TENDÊNCIAS DE USO EM ALIMENTOS E AVANÇOS EM TÉCNICAS ANALÍTICAS. *Quim. Nova*, Vol. 45, No. 2, p. 207-217, 2022. Disponível em: <<https://s3.sa-east-1.amazonaws.com/static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/RV2021-0151.pdf>>. Acesso em: 16 de março de 2023.

NILSON, E. A. F. ANDRADE, R. D. C. S. BRITO, D. A. OLIVEIRA, M. L. Custos atribuíveis a obesidade, hipertensão e diabetes no Sistema Único de Saúde, Brasil, 2018. *Rev Panamericana de Salud Publica*, 2020. Acesso em: 01 de outubro de 2022.

NISHINARI, K. & FANG, Y. Perception and measurement of food texture: Solid foods. *Journal of Texture Studies*, v. 49 (2), p. 160–201, 2018.

NISHINARI, K., FANG, Y. & ROSENTHAL, A. Human oral processing and texture profile analysis parameters: bridging the gap between the sensory evaluation and the instrumental measurements. *Journal of Texture Studies*, v. 50 (5), p. 369–380, 2019.

NOOSHKAM, M., VARIDI, M. BASHASH, M. The Maillard reaction products as food-born antioxidant and antibrowning agents in model and real food systems. *Food Chemistry*, v. 275, p. 644–660, 2019.

OECD/FAO. (2019). OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028. https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2019-en.

OKU, T.; NAKAMURA, S. Digestion, absorption, fermentation, and metabolism of functional sugar substitutes and their available energy. *Pure and Applied Chemistry*, v. 74, 1253p., 2002. Acesso em: 24 de outubro de 2022.

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C.; ROCHA, A. P. T.; GOMES, J. P.; FEITOSA, R. M.; FEITOSA, B. F. Composição nutricional de geleias de umbu-cajá durante estocagem em temperatura ambiente. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 21, 2018.

OLIVEIRA, R. M. E. OLIVEIRA, A. R. C. RIBEIRO, L. P. PEREIRA, R. PINTO, S. M. ABREU, L. R. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE DOCES DE LEITE COMERCIALIZADOS A GRANEL EM LAVRAS/MG. *Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”*, Nov/Dez, nº 377, 65: 5-8, 2010.

ONAOLAPO, A. Y., ONAOLAPO, O. J., OLOWE, O. A. An overview of addiction to sugar. In *Dietary Sugar, Salt and Fat in Human Health*, p. 195–216, 2020.

PARK, Y.-C.; OH, E. J.; JO, J.-H.; JIN, Y.-S.; SEO, J.-H. Recent advances in biological production of sugar alcohols. *Current Opinion in Biotechnology* 2016, v. 37, p. 105. Acesso em: 24 de outubro de 2022.

PATHARE, P. B. OPARA, U. L. AL-SAID, F. A. J. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. *Food and Bioprocess Technology*, v. 6(1), p. 36–60, 2012. Doi:10.1007/s11947-012-0867-9

PAULA, I. Q. FERREIRA, E. B. Análise sensorial de alimento: uma comparação de testes para a seleção de potenciais provadores. *Caderno de Ciências Agrárias*, v. 11, p. 1-8, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/15878/13008>>. Acesso em: 21 de jan. de 2023.

PEDRERO, F.D.L.; PANGBORN, R.M. Evaluación Sensorial de los Alimentos – Métodos Analíticos. *Alhambra Mexicana*: p. 103 – 107, 1989.

PENCI, M. C., MARÍN, M. A. Dulce de leche: Technology, quality, and consumer aspects of the traditional milk caramel of South America. In *Traditional foods*, p. 123-136, 2016.

RADOVICH, T. J. K., KLEINHENZ, M. D., DELWICHE, J. F., AND LIGGETT, R. E. Triangle tests indicate that irrigation timing affects fresh cabbage sensory quality. *Food Quality and Preference*, v. 15, p. 471–476, 2004.

RANALLI, N., ANDRÉS, S. C. CALIFANO, A. N. Physicochemical and rheological characterization of dulce de leche. *Journal of Texture Studies*, v. 43 (2), p. 115–123, 2011.

RANALLI, N., ANDRES, S. C., & CALIFANO, A. N. Dulce de leche-like product enriched with emulsified pecan oil: Assessment of physicochemical characteristics, quality attributes, and shelf-life. *European Journal of Lipid Science and Technology*, v. 119, 2017.

RANALLI, N., ANDRÉS, S. C., CALIFANO, A. N. Rheological Behavior of Low-Fat Dulce De Leche with Added Xanthan Gum. *Journal of Food Processing and Preservation*, v. 41(4), p. 1-8, 2016.

REGO, R. A. VIALTA, A. MADI, L. F. C. Pães industrializados: nutrição e praticidade com segurança e sustentabilidade. São Paulo: Abimapi/Ital, 2020. 1. ed. ISBN 978-85-7029-151-6. Disponível em: <<https://www.abimapi.com.br/cloud/PaesIndustrializadosV3.pdf>>. Acesso em: 19 de março de 2023.

RIBEIRO, T. R.; PIROLLA, N. F. F.; NASCIMENTO-JÚNIOR, N. M. Adoçantes Artificiais e Naturais: Propriedades Químicas e Biológicas, Processos de Produção e Potenciais Efeitos Nocivos. *Revista Virtual de Química* 2020. v.12, número 5. Disponível em: <<http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/RVq180820-a1.pdf>>. Acesso em: 24 de outubro de 2022.

RIBEIRO, V. H. A. SANTOS, N. C. SILVA, V. M. A. BARROS, S. L. NASCIMENTO, A. P. OBTENÇÃO E PERFIL DE TEXTURA DE DIFERENTES DOCES DE LEITE. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC. Palmas – TO, 17-19 set. de 2019. Disponível em: <<https://www.confca.org.br/sites/default/files/uploads-imce/Con-tecc2019/Agronomia/OBTEN%C3%87%C3%83O%20E%20PERFIL%20DE%20TEXTURA%20DE%20DIFERENTES%20DOCES%20DE%20LEITE.pdf>>. Acesso em: 24 de jan. de 2023.

ROCHA, L. O. F. PIMENTA, C. J. REZENDE, D. A. C. S. OLIVEIRA, R. M. E. Avaliação físicoquímica e sensorial de doce de leite elaborado com extrato hidrossolúvel de soja e soro de leite sabor café. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v. 14, n. 3, p. 251-259, 2012.

ROCHA, L. O. F. PINTO, S. M. ABREU, L. R. PIMENTA, C. J. Storage time effect on ‘Dulce de leche’ characteristics with coffee and whey. *Acta Scientiarum Technology*. Maringá, v. 39, n. 4, p. 503-510, Oct.-Dec., 2017. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303252893015>>. Acesso em: 01 de outubro de 2022.

RODRIGUES, I. C. B. Caracterização do Queijo Minas Artesanal do Cerrado. Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2021.

RZETCHONEK, D.A., DOBROWOLSKI, A., RYMOWICZ, W., MIRONCZUK, A.M., 2018. Recent advances in biological production of erythritol. *Crit. Rev. Biotechnol.* v. 38, p. 620–633, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/07388551.2017.1380598>. Acesso em: 03 de outubro de 2022.

SALAÜN, F., MIETTON, B., GAUCHERON, F. Buffering capacity of dairy products. *International Dairy Journal*, v. 15(2), p. 95-109, 2005.

SANTOS, D. B. AGUIAR, R. O. CRUZ, W. P. BERNARDINO, P. D. L. S. MARTINS, L. H. S. CARVALHO, F. I. M. BICHARA, C. M. G. SILVA, P. A. Desenvolvimento e caracterização de doces de leite bubalino pastosos saborizados com doces de bacuri e Cupuaçu. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 6, n. 8, p.56917-56935, agosto de 2020a. DOI:10.34117/bjdv6n8-195. Acesso em: 05 de junho de 2023.

SANTOS, D. B. OLIVEIRA, I. V. CRUZ, W. P. BERBARDINO, P. D. L. S SILVA. J. N. SILVA. V. F. A. CARVALHO, F. I. M. SILVA, P. A. Processamento e caracterização de doces de leite saborizados obtidos de vacas oriundas do Sudeste do Estadodo Pará. *Braz. Ap. Sci. Rev*, Curitiba, v. 4, n. 3, p. 2094-2114, mai./jun.2020b. DOI: 10.34115/basrv4n3-109.

SANTOS, D. C. A. MELO, G. K. S. S. SILVA, W. A. MOURA, F. J. A. SILVÉRIO, M. L. CORREIA, J. M. BEZERRA, V. S. Produção, análise físico-química e sensorial de geleia de abiu (Pouteria caimito) com chia. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.7, n.1, p. 7118-7133 jan. 2021. DOI:10.34117/bjdv7n1-482.

SARAIVA, A., CARRASCOSA, C., RAHEEM, D., RAMOS, F., RAPOSO, A. Natural sweeteners: The relevance of food naturalness for consumers, food security aspects, sustainability and health impacts. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17(17), p. 1–22, 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176285>.

SASP. Brasil assume meta para reduzir 144 mil toneladas de açúcar até 2022. Secretaria de Atenção Primária a Saúde - Governo do Brasil , 2018. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/44777-brasil-assumemeta-para-reduzir-144-mil-toneladas-de-acucar-ate-2022>>. Acesso em: 16 de março de 2023.

SCHUCK, P. Lactose Crystallization. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Oxford: Academic Press, (2a ed.), v. 3, p. 182 -185, 2011.

SHARMA, A. AMARNATH, S. THUSALIMANI, M. RAMASWAMY, S. Artificial sweeteners as a sugar substitute: Are they really safe?. *Indian J Pharmacol*, v. 48, p. 237 – 240, 2016. Doi: 10.4103/0253-7613.182888 . Acesso em: 16 de março de 2023.

SHEET, B. S.; ARTIK, N.; AYED, M. A.; ABDULAZIZ, O. F. Some Alternative Sweeteners (Xylitol, Sorbitol, Sucralose and Stevia): Review. *Karaelmas Science and Engineering Journal*, v. 4, p. 63 - 70, 2014. Acesso em: 24 de outubro de 2022.

SHIROSE, I.; MORI, E.E.M. Estatística Aplicada a Análise Sensorial. Campinas: ITAL, 1994. 97p. (Manual Técnico n. 13).

SILVA, A. C. Desenvolvimento de doce de leite sem adição de sacarose e sem lactose. 76fls. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

SILVA, A. C. Desenvolvimento de doce de leite sem adição de sacarose e sem lactose. 76fls. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) - Universidade Federal

de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016. Disponível em <<https://www2.ufjf.br/ppgctld/wp-content/uploads/sites/178/2016/12/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Final5.pdf>>. Acesso em: 07 de junho de 2023.

SILVA, F. L., FERREIRA, H. A. L., SOUZA, A. B., ALMEIDA, D. F., STEPHANI, R., PIROZI, M. R. PERRONE, I. T. Production of Dulce de leche: the effect of starch addition. *Food Science and Technology*, v. 62(1), p. 417-423, 2015. Acesso em: 01 de outubro de 2022.

SILVA, J. B.; SCHLABITZ, C.; SOUZA, C. F. V. Utilização tecnológica de semente de abóbora na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e sem adição de açúcar. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v. 4, n. 1, p. 58-71, 2010.

SILVA, J. SILVA, E. S. SILVA, P. S. L. Determinação da qualidade e do teor de sólidos solúveis nas diferentes partes do fruto da pinheira (*Annona squamosa* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura* [online], v. 24, n. 2, pp. 562-564, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-29452002000200057>>. Acesso em 13 de jan de 2023

SILVA, L. B. Effect of The Use of Polyols and Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) On The Physico-chemical, Sensory and Technological characteristics of Chew Candies. Campinas, SP: [s.n.], 2017. Tese de doutorado – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Disponível em: <<https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2017.981380>> Acesso em: 20 de jan. de 2023.

SILVA, P. D.; CRUZ, R.; CASAL, S. Sugars and artificial sweeteners in soft drinks: a decade of evolution in Portugal. *Food Control*, v. 120, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107481>.

SINGH, LAL, U. R., MUKHTAR, H. M., SINGH, P. S., SHAH, G., DHAWAN, R. K. Phytochemical profile of sugarcane and its potential health aspects. *Pharmacognosy Reviews*, v. 9(17), p. 45-54, jan – jun, 2015. DOI: <https://doi.org/10.4103/0973-7847.156340>.

SIPOS, L., KOVACS, Z., SAGI-KISS, V., CSIKI, T., KOKAI, Z., FEKETE, A. HEBERGER, K. Discrimination of mineral waters by electronic tongue, sensory evaluation and chemical analysis. *Food Chemistry*, v. 135, p. 2947–2953, 2012.

Sociedade Portuguesa de Diabetologia. Diabetes: factos e números - O ano de 2015 - Relatório anual do Observatório Nacional da Diabetes. *Revista Portuguesa de Diabetes*, Lisboa, v. 12, p. 40-48, 2017.

STANHOPE, K. L. Sugar consumption, metabolic disease and obesity: The state of the controversy. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, v. 53(1), p. 52–67, 2016.

STANLEY, J., PRAKASH, R., MARSHALL, R. SCHRODER, R. Effect of harvest maturity and cold storage on correlations between fruit properties during ripening of apricot (*Prunus armeniaca*). *Postharvest Biology and Technology*, v. 82, p. 39–50, 2013.

STAROWICZ, M. ZIELIŃSKI, H. How maillard reaction influences sensorial properties (color, flavor and texture) of food products? *Food Reviews International*, v. 35 (8), p. 707–725, 2019.

STEELE, E. M., BARALDI, L. G., DA COSTA LOUZADA, M. L., MOUBARAC, J.-C., MOZAFFARIAN, D., MONTEIRO, C. A. Ultra-processed foods and added sugars in the US diet: Evidence from a nationally representative cross-sectional study. *BMJ Open*, v. 6(3), 2016.

STEPHANI, R., FRANCISQUINI, J., PERRONE, Í. T., DE CARVALHO, A. F. OLIVEIRA, L. F. C. (2019). Dulce de Leche - chemistry and processing technology. In *Milk Production, Processing and Marketing*, p. 1-18. London: IntechOpen.

TASSO, I. S. SANTOS, T. G. SEIBEL, N. F. Elaboration of a natural sweetener using Erythritol/Stevia. *Food Science and Technology*, v. 40 (2), p. 370-375, abr – jun. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/fst.42718>. Acesso em 26 de junho de 2023.

TEIXEIRA, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 64, p. 12-21, 2009. Disponível em: <<https://www.revista-doilct.com.br/rilct/article/view/70>>. Acesso em: 21 de jan. de 2023.

TORLONI, M. R. NAKAMURA, M. U. MEGALE, A. SANCHEZ, V. H. S. MANO, C. FUSANO, A. S. MATTAR, R. O uso de adoçantes na gravidez: uma análise dos produtos disponíveis no Brasil. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, Rio de Janeiro, v. 29, n. 5, maio 2007.

VALLE, M., ST-PIERRE, P., PILON, G., MARETTE, A. Differential effects of chronic ingestion of refined sugars versus natural sweeteners on insulin resistance and hepatic steatosis in a rat model of diet-induced obesity. *Nutrients*, v. 12(8), p. 1–14, 2020. <https://doi.org/10.3390/nu11081717>.

VALSERO, M. H. CAMBRONERO, J. G. GARCÍA, A. I. P. ANTOLÍNEZ, R. D. By-products of sugar factories and wineries as feedstocks for erythritol generation. *Food and Bioproducts Processing*, Volume 126, 2021, Pages 345-355. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960308521000195?via%3Dihub>>. Acesso em 03 de outubro de 2022.

VÁSQUEZ, P. E. IBARDO, J. H. H. ROA, J. D. A. CAICEDO, M. C. MARTÍNEZ-GIRÓN, J. et al. Edulcorantes Naturales Utilizados em La Elaboración de Chocolates. *Revista facultad de ciencias AGRARIAS*. 2017, v. 15, n. 2, p.142-152. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.18684/BSAA\(15\)142-152](http://dx.doi.org/10.18684/BSAA(15)142-152). Acesso em: 20 de jan. de 2023

VIEIRA, L. C. JÚNIOR, J. B. L. Tecnologias de fabricação dos Doces de Leite Pastoso em Tabletes. EMBRAPA – (Comunicado Técnico). Belém, PA, dez., 2004, ISSN 1517-2244. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18778/1/com.tec.111.pdf>>. Acesso em: 26 de março de 2023.

VILELA, M. E. BRAZ, J. M. MARIANO, M. M. BULHÕES, N. G. SANTOS, D. C. DUTRA, M. B. L. Avaliação sensorial e físico-química de doce de leite pastoso contendo diferentes concentrações de soro de leite. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, [S.l.], v. 75, n. 1, p. 22-33, out. 2020. ISSN 2238-6416. Disponível em: <<https://www.revista-doilct.com.br/rilct/article/view/767>>. Acesso em: 14 jan. 2023. doi:<https://doi.org/10.14295/2238-6416.v75i1.767>.

WOLFSCHOON-POMBO, A., BÖTTGER, D. LÖSCHE, K. Pufferkapazität mikrofiltrierter Magermilchkonzentrate. *Chemie-Ingenieur-Technik*, v. 84 (4), p. 465–474, 2012. Wolfschoon-Pombo, A. F., Spiegel, T. L. & Hernandez-Zenil, E. Buffering curves of ideal whey fractions obtained from a cascade membrane separation process. *International Journal of Dairy Technology*, v. 70 (2), p. 287–296, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Use of non-sugar sweeteners. ISBN 978-92-4-007361-6. 15 de maio de 2023. Disponível em: <<https://static.poder360.com.br/2023/05/re-latorio-adocantes-oms-15-mai-2023.pdf>>. Acesso em: 01 de junho de 2023.

YU, C.-J. DU, J.-C. CHIOU, H. C. FENG, C. C. CHUNG, M. Y. YANG, W. CHEN, Y. S. CHIEN, L. C. HWANG, B. CHEN, M. L. Sugar-Sweetened Beverage Consumption Is Adversely Associated with Childhood Attention Deficit/Hyperactivity Disorder. *IJERPH*, v. 13, 678p., 2016. DOI: 10.3390/ijerph13070678

ZACARCHENCO, P. B., DENDER, A. G. F. V., REGO, R. A. (et al.) *Brasil Dairy Trends 2020: Tendências do Mercado de Produtos Lácteos*. Campinas-SP: ITAL - Instituto de Tecnologia de Alimentos. 343 p., 2017.