



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS



WILLIAM DE ALMEIDA BRITO

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE DOCE DE LEITE DE CORTE
DIET ENRIQUECIDO COM FIBRAS**

PATOS DE MINAS

2024

WILLIAM DE ALMEIDA BRITO

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE DOCE DE LEITE DE CORTE
DIET ENRIQUECIDO COM FIBRAS**

Projeto Final de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Michelle Andriati Sentanin

PATOS DE MINAS

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Faculdade de Engenharia Química

Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1K - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 3239-4285 - secdireq@feq.ufu.br - www.feq.ufu.br



HOMOLOGAÇÃO Nº 103

WILLIAM DE ALMEIDA BRITO

Desenvolvimento e Caracterização de Doce de Leite *Diet* Enriquecido com Fibras

Projeto Final 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

FEQUI/UFU

Prof.^a Dr.^a Marta Fernanda Zotarelli

FEQUI/UFU

Patos de Minas, 25 de abril de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Michelle Andriati Sentanin, Presidente**, em 25/04/2024, às 15:59, 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 25/04/2024, às 15:59, 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 25/04/2024, às 15:59, 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 **4914919** e o código CRC **C59894EB**.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho de conclusão de curso e para meu desenvolvimento acadêmico. Primeiramente, gostaria de agradecer à minha orientadora Prof^ª. Dr^ª. Michelle Andriati Sentanin, por aceitar me orientar, pelo apoio, dedicação, confiança e inspiração. Agradeço também à Prof^ª. Dr^ª. Marieli de Lima e Prof^ª. Dr^ª. Marta Fernanda Zotarelli por aceitarem o convite para compor minha banca. É muito gratificante poder contar seu empenho, dedicação e atenção.

À minha família, que sempre me apoiou incondicionalmente em todas as etapas da minha jornada acadêmica, eu expresso minha gratidão.

Agradeço aos meus amigos e colegas de curso, pela troca de experiências, pelas discussões enriquecedoras e pelo apoio mútuo ao longo dessa jornada. Agradeço aos técnicos de laboratório pela colaboração durante a pesquisa.

RESUMO

A procura por alimentos saudáveis vem crescendo nos últimos anos, e um dos objetivos da indústria alimentícia é desenvolver novos produtos, com o intuito de atender as demandas dos consumidores. O leite é considerado indispensável na dieta humana por ser um produto de grande valor nutricional, devido à variedade de micronutrientes e macronutrientes essenciais. O doce de leite é um produto derivado do leite, sendo obtido através da evaporação do leite adicionado de sacarose, até que seja adquirida consistência, sabor e cor características, sendo elaborado na forma de pasta e/ou em barra (para corte). No entanto, a ingestão excessiva de açúcar é considerada um fator de risco significativo, por gerar problemas de saúde e desequilíbrios nutricionais. Uma alternativa é a substituição do açúcar por adoçantes, pois estes contêm um valor calórico inferior. Portanto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma formulação para um doce de leite em barra diet incrementado com linhaça dourada, utilizando apenas xilitol e sucralose como adoçantes, e caracterizá-lo físico-quimicamente. Além do doce diet, foi elaborado um doce de leite em barra com sacarose e linhaça dourada, como parâmetro comparativo. Os doces apresentaram uma coloração marrom-caramelo, característica do doce de leite. Os valores obtidos nas análises estão dispostos para o doce elaborado com sacarose e para o doce diet, respectivamente. A umidade obtida para os doces foi de 10,5% e 40,7%. Foram observados valores inferiores aos parâmetros definidos na legislação vigente, para lipídios (0,702% e 0,471%), enquanto, para cinzas (3,18% e 4,27%) e para proteínas (12,5% e 15,5%), foram obtidos valores superiores ao estabelecido na legislação. Sendo que os resultados para proteínas são considerados satisfatórios, uma vez que a legislação determina um valor mínimo para esse parâmetro. A quantidade de fibras foi considerada significativa (0,547% e 0,555%). Os doces apresentaram valores elevados de carboidratos (72,6% e 38,5%), sendo uma diferença positiva devido à redução de aproximadamente 53%. Foram obtidos valores intermediários para a atividade de água (0,697 e 0,899). Na avaliação de textura, foi observada uma diferença significativa nos valores obtidos, indicada pela variação nos sólidos adicionados e no teor de umidade. O doce de leite em barra diet com adição de linhaça obteve um índice de aceitação superior a 70% apenas para o aroma e a cor. Os demais parâmetros obtiveram um índice de aceitação acima de 51%. Para a análise sensorial de preferência, o doce de leite em barra elaborado com sacarose foi preferido por 86% dos provadores. Desta forma, apesar da dificuldade tecnológica enfrentada na substituição da sacarose, este estudo indica que sua produção é viável.

Palavras-chave: Sacarose. Xilitol. Análise sensorial. Adoçante. Linhaça. Polióis.

ABSTRACT

The demand for healthy foods has been growing in recent years, and one of the objectives of the food industry is to develop new products to meet consumer demands. Milk is considered indispensable in the human diet due to its high nutritional value, given the variety of essential micronutrients and macronutrients it contains. Dulce de leche is a milk-derived product obtained through the evaporation of milk with added sucrose until it reaches a characteristic consistency, flavor, and color, being elaborated in the form of a paste and/or bar (for slicing). However, excessive sugar intake is considered a significant risk factor for generating health problems and nutritional imbalances. An alternative is to substitute sugar with sweeteners, as they have a lower caloric value. Therefore, the objective of this study was to develop a formulation for a diet dulce de leche bar enriched with golden flaxseed, using only xylitol and sucralose as sweeteners, and to characterize it physicochemically. In addition to the diet dulce de leche, a dulce de leche bar with sucrose and golden flaxseed was prepared as a comparative parameter. The sweets presented a caramel-brown color, characteristic of dulce de leche. The values obtained in the analyses are presented for the sweet prepared with sucrose and for the diet sweet, respectively. The moisture content obtained for the sweets was 10.5% and 40.7%. Values lower than the parameters defined in current legislation were observed for lipids (0.702% and 0.471%), while for ash (3.18% and 4.27%) and for proteins (12.5% and 15.5%), higher values were obtained than those established in the legislation. The results for proteins are considered satisfactory since the legislation determines a minimum value for this parameter. The fiber content was considered significant (0.547% and 0.555%). The sweets presented high carbohydrate values (72.6% and 38.5%), representing a positive difference due to a reduction of approximately 53%. Intermediate values were obtained for water activity (0.697 and 0.899). In the texture evaluation, a significant difference was observed in the values obtained, indicated by the variation in added solids and moisture content. The diet dulce de leche bar with flaxseed addition obtained an acceptance index above 70% only for aroma and color. The other parameters obtained an acceptance index above 51%. For the sensory preference analysis, the dulce de leche bar made with sucrose was preferred by 86% of the tasters. Thus, despite the technological difficulty faced in sucrose substitution, this study indicates that its production is viable.

Keywords: Sucrose. Xylitol. Sensory analysis. Sweetener. Flaxseed. Polyols.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Fluxograma de produção do doce de leite em barra para controle.	29
Figura 2 -	Fluxograma de produção do doce de leite em barra diet.	30
Figura 3 -	Ficha utilizada no teste de aceitação.	34
Figura 4 -	Ficha utilizada no teste de preferência pareada.	35
Figura 5 -	Doces de leite em barra elaborados: (a) Doce de leite (controle) com sacarose e linhaça; (b) Doce de leite diet (xilitol) com linhaça.	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Estudos sobre doces de leites e suas diferenças comparado ao comum.	17
Tabela 2 -	Comparativo de doçura relativa e valores energéticos de açúcares e polióis simples.	23
Tabela 3 -	Formulação dos doces de leite.	28
Tabela 4 -	Resultado da caracterização centesimal dos doces de leite.	36
Tabela 5 -	Resultado da caracterização físico-química dos doces de leite.	40
Tabela 6 -	Perfil de textura dos doces de leite.	43
Tabela 7 -	Resultados do teste de aceitação do doce de leite diet elaborado.	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
IBGE	Instituto Brasileira de Geografia e Estatística
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
FDA	Food and Drug Administration

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo geral.....	14
2.2 Objetivos específicos	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 Panorama de produção do leite e sua importância.....	15
3.2 Produção e desenvolvimento de produtos derivados: doce de leite	16
3.3 Relevância da adaptação de requisitos do mercado na elaboração de produtos de natureza saudável	18
3.4 Substituintes da sacarose	20
3.4.1 Adoçantes sintéticos	20
3.4.2 Polióis: definição e uso em produtos alimentícios	23
3.4.3 Xilitol.....	25
3.5 Linhaça: definição e aplicações	26
4. MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1 Materiais.....	27
4.2 Métodos.....	28
4.2.1 Formulação do doce de leite	28
4.2.2 Composição centesimal	31
4.2.2.1 <i>Umidade</i>	31
4.2.2.2 <i>Cinzas</i>	31
4.2.2.3 <i>Proteínas</i>	31
4.2.2.4 <i>Lipídios</i>	32
4.2.2.5 <i>Fibras totais</i>	32
4.2.2.6 <i>Carboidratos</i>	33
4.2.3 Caracterização físico-química.....	33
4.2.3.1 <i>Cor instrumental</i>	33
4.2.3.2 <i>Atividade de água</i>	33
4.2.4 Perfil de Textura	33
4.2.5 Análise sensorial.....	34
4.2.5.1 <i>Teste de aceitação</i>	34
4.2.5.2 <i>Teste de preferência pareada</i>	35

4.2.6	Análise estatística	35
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1	Caracterização dos doces de leite	36
5.1.1	Umidade.....	36
5.1.2	Cinzas	37
5.1.3	Proteínas	38
5.1.4	Lipídios	38
5.1.5	Fibras totais.....	39
5.1.6	Carboidratos.....	39
5.2	Caracterização físico-química	40
5.2.1	Atividade de água	40
5.2.2	Cor instrumental	41
5.3	Perfil de textura	42
5.4	Análise sensorial.....	45
5.4.1	Teste de Aceitação	45
5.4.2	Teste de preferência pareada	46
6.	CONCLUSÃO	46
7.	REFERÊNCIAS.....	48

1. INTRODUÇÃO

O interesse crescente por hábitos alimentares saudáveis tem levado a uma busca contínua por opções de alimentos que sejam saborosos, nutritivos e ao mesmo tempo que atendam às necessidades de saúde dos consumidores. Consumir alimentos balanceados é uma abordagem adequada para prevenir e reverter problemas de saúde, tais como obesidade, desnutrição, entre outros que tem origem em escolhas alimentares (Gutkoski *et al.*, 2007), assim, a demanda por alimentos nutritivos e seguros vem crescendo significativamente.

A indústria alimentícia tem um de seus objetivos voltado para o desenvolvimento de novos produtos, com o intuito de atender às demandas dos consumidores. Estes produtos devem ser convenientes e práticos, sem comprometer o sabor e a qualidade. Nesse contexto, alimentos porcionados em pequenas frações, como os *snacks*, surgem como um produto prático, seguro, de consumo rápido, e possuem uma vasta opção de ingredientes em sua composição, além disso apresentam crescimento constante na demanda.

Dentre os *snacks*, que podem ser doces ou salgados, destacam-se as barras de alimentos multicomponentes, que podem apresentar formulações simples ou complexas, doce ou salgada, e em ambas os ingredientes devem ser combinados de forma adequada, para garantir que se complementem nas características de sabor, textura e propriedades físicas (Gutkoski *et al.*, 2007). No intuito de atender as características de sensorialidade, praticidade e saudabilidade, simultaneamente, as indústrias alimentícias têm apresentado propostas de incorporação de ingredientes funcionais e/ou de menor valor calórico em produtos tradicionais, de boa aceitação por parte dos consumidores, a exemplo do doce de leite.

O doce de leite, produzido e apreciado na América Latina, especialmente na Argentina e no Brasil, é obtido tradicionalmente pela evaporação do leite adicionado de sacarose, até que sejam adquiridos consistência, sabor e cor característicos (Francisquini *et al.*, 2016; Demiate, 2001). A Argentina se destaca como o maior produtor e exportador, predominando a produção industrial. No Brasil, boa parte da produção ainda é realizada de forma artesanal, e o estado de Minas Gerais lidera a produção nacional (Zacarchenco; Dender; Rego, 2020).

O produto pode ser encontrado nas versões em pasta e em barra. O doce pastoso é caracterizado pela ausência de cristais e textura uniforme, coloração marrom e sabor característico, porém o doce em tablete é cristalizado, com coloração e textura uniforme, e tem o formato de um bloco (Pacheco; Leite Júnior, 2020). As distinções entre os doces ocorrem devido às variações nos teores de sólidos totais e sacarose, bem como na determinação do ponto final de fabricação. Consequentemente, os doces em formato de barra

apresentam uma maior propensão à cristalização devido ao aumento do conteúdo de sacarose e à redução do teor de água. Desta forma a cristalização controlada favorece a obtenção da textura desejada para o corte (Pacheco; Leite Júnior, 2020).

Segundo Guimarães *et al.* (2013), o doce de leite se trata de um produto rico em açúcar e gordura, portanto, tem grande potencial de melhoria. Para incrementar valor nutricional ao produto, é possível realizar a adição de ingredientes funcionais, como a linhaça. A semente de linhaça apresenta sabor agradável e crocância, sua cor varia do marrom-avermelhado ao amarelo, e apresenta alto teor de gordura, com destaque para os ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 (Tarpila *et al.*, 2005), além de diversos compostos fenólicos (Galvão *et al.*, 2008).

Por tratar-se de um produto com alto em açúcar adicionado, é necessário também buscar alternativas de substitutos à sacarose, principal açúcar adicionado. Uma opção que se tem mostrado promissora é a utilização de polióis, álcoois de açúcar, especialmente em produtos como doces, biscoitos e gomas de mascar. Estes álcoois de açúcar apresentam um teor calórico ligeiramente inferior em comparação ao açúcar tradicional e não contribuem para a formação de cáries nem geram picos repentinos nos níveis de glicose no sangue. Exemplos desses álcoois de açúcar incluem sorbitol, xilitol, lactitol, manitol, eritritol e maltitol.

Segundo a Food and Drug Administration (FDA) (2023), adoçantes são comumente empregados em alimentos e bebidas comercializados como "sem açúcar" ou "diet". Para os consumidores identificarem se um produto contém adoçante, basta procurar pelo nome do adoçante na lista de ingredientes presente no rótulo do produto. Essa prática permite que os consumidores façam escolhas informadas, especialmente aqueles que buscam evitar ou limitar o consumo de açúcar em sua dieta (FDA, 2020; FDA, 2023).

Considerando o crescente interesse em formular produtos agradáveis ao paladar, que atendam ao mesmo tempo quesitos de saúde e praticidade, a elaboração de um doce de leite em barra acrescido de linhaça e isento de sacarose manifesta-se interessante, e por esse motivo foi o foco deste estudo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo deste estudo foi elaborar um doce de leite em barra diet incrementado com linhaça dourada.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos secundários deste trabalho foram:

- a) Desenvolver a formulação do doce de leite em barra;
- b) Avaliar a utilização de xilitol e sucralose como adoçantes no doce de leite em barra;
- c) Caracterizar físico-quimicamente o doce de leite em barra com linhaça dourada;
- d) Avaliar cor e textura instrumental nas barras;
- e) Avaliar sensorialmente as barras produzidas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Panorama de produção do leite e sua importância

O leite é considerado indispensável para a dieta humana por fornecer uma quantidade significativa de cálcio, proteínas, caseína, gordura, magnésio, fósforo e vitaminas (B, A, D e E) (Wattiaux, 1999; Camara; Moraes; Rodrigues, 2019; FAO 2013). A lactose, sendo o principal carboidrato, desempenha um papel crucial na absorção intestinal de cálcio, magnésio e fósforo, além de contribuir para a utilização eficiente da vitamina D (FAO, 2013). Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (*Food and Agriculture Organization – FAO*) (2013), o leite desempenha um papel significativo ao fornecer energia, proteína e gordura essenciais na alimentação, contribuindo, em média por pessoa, com 134 kcal de energia, 8 g de proteína e 7,3 g de gordura, diariamente (FAO, 2013).

De acordo com informações da FAO (2019), o Brasil ocupa a posição de terceiro maior produtor global de leite, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da Índia (Rocha; Carvalho; Resende, 2020). Por outro lado, a China ocupa a primeira posição em importação (EMBRAPA, 2023). No Brasil, a produção de leite foi calculada em 34,6 bilhões de litros em 2022, refletindo uma diminuição de 1,6% em relação ao ano anterior. Este declínio é parte de uma tendência observada desde 2020, quando a produção atingiu seu pico histórico de 35,3 bilhões de litros. Os custos em ascensão e a compressão das margens têm desencorajado os produtores a manterem os níveis de produção anteriores. No que diz respeito à distribuição regional, o Sul do país manteve sua posição de liderança, recapturada em 2021, contribuindo com 33,8% da produção total, seguido de perto pelo Sudeste, com 33,6%. Em contraste com outras regiões, que experimentaram quedas na produção, o Nordeste, o terceiro maior produtor nacional desde 2017, tem visto um aumento constante em sua produção. Esse crescimento é atribuído principalmente às condições climáticas favoráveis na região nos últimos anos, bem como aos investimentos em genética e tecnologia. Minas Gerais permanece como o maior estado produtor, contribuindo com 27,1% do total ou 9,4 bilhões de litros (IBGE, 2022).

Por ser um produto de grande valor nutricional, devido à variedade de micro e macronutrientes essenciais, a composição do leite o torna suscetível a ação de microrganismos e processos de deterioração. Uma das formas de aumentar sua vida útil, além de incrementar atributos sensoriais, é empregá-lo como ingrediente em uma ampla gama de produtos, que vão desde opções salgadas, como diversos tipos de queijos e manteiga, até sobremesas, como iogurte, leite condensado, leite fermentado, bebida láctea e doce de leite (Siqueira, 2019).

3.2 Produção e desenvolvimento de produtos derivados: doce de leite

O doce de leite, conhecido internacionalmente como "*Dulce de leche*", é produzido e apreciado na América Latina, especialmente na Argentina e no Brasil. É obtido através da evaporação do leite adicionado de sacarose, até que seja adquirido consistência, sabor e cor característicos (Francisquini *et al.*, 2016; Demiate, 2001). O produto é resultado da desidratação parcial do leite fluido, feita pela ação do calor, em que podem ser adicionados sólidos lácteos, sacarose e diversos ingredientes, seguindo a denominação de venda. Pode ser consumido diretamente ou como ingrediente, podendo ser em pasta ou em barra, e apresentar a adição de ingredientes isolados ou combinados, como chocolate, coco e amendoim (Zacarchenco; Dender; Rego, 2020).

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).” Essa portaria ainda retrata os parâmetros de identidade e os requisitos mínimos de qualidade que deverá cumprir o doce de leite destinado ao consumo humano, sendo eles: máximo de 30% para sacarose; máximo 30% de umidade; entre 6% e 9% de gordura; máximo de 2% de cinzas; e mínimo de 5% de proteína. Destacam-se também os ingredientes obrigatórios - leite e/ou leite reconstituído e sacarose (30 Kg/100 L de leite), e os ingredientes opcionais - creme; sólidos de origem láctea; mono e dissacarídeos que substituam a sacarose em no máximo de 40% m/m; amidos ou amidos modificados (em proporção não superior a 0,5g/100ml no leite); cacau; chocolate; coco; amêndoas; amendoim; frutas secas; cereais e/ou outros produtos alimentícios isolados ou misturados, em uma proporção entre 5% e 30% m/m do produto final (Brasil, 1997).

Sob uma perspectiva físico-química, o doce de leite pode ser considerado como uma dispersão aquosa mista, sendo predominantemente composto por carboidratos, como sacarose e lactose, além das proteínas presentes no leite. Essa complexidade de elementos contribui para a textura e a composição única do doce de leite (Francisquini *et al.*, 2016).

A Argentina se destaca como o maior produtor e exportador, predominando a produção industrial. No Brasil, boa parte da produção ainda é realizada de forma artesanal, e se observa uma identidade própria que o caracterize nacionalmente, como uma textura

cremosa e suave, e cor mais clara. Cada região apresenta preferências distintas em relação as características sensoriais, como sabor, textura e cor (Zacarchenco; Dender; Rego, 2020).

O Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) realizou em 2020 um estudo publicado no livro “Brasil Dairy Trends”, destacando a produção de doce de leite que foi inspecionada no período de 2010 a 2016, englobando todas as suas variantes (pasta, barra, e com adições), e observou-se um crescimento na produção de 37,5% no período (Zacarchenco; Dender; Rego, 2020).

Devido à possibilidade de adição de diferentes ingredientes e do uso de diferentes tipos de leite, é possível obter uma diversidade de produtos. Dentre os doces de leite presentes no mercado pode-se destacar, entre os mais saudáveis, os que substituem a sacarose por sorbitol e sucralose, por maltitol e sucralose, ou por sorbitol e maltitol, entre outros, e diferentes formulações têm sido alvo de investigação, como subsídio à indústria alimentícia. Na Tabela 1 estão destacados alguns estudos de diferentes doces de leite e suas diferenças em relação à tradicional formulação, à base de leite de vaca e sacarose.

Tabela 1 - Estudos sobre doces de leites e suas diferenças comparado ao comum.

Designação do doce de leite	País de origem do estudo	Tipo de leite utilizado	Ingredientes adicionais	Objetivo do estudo	Autor (es)
Baixo teor de gordura	Argentina	Leite desnatado	Goma Xantana	Redução do teor de gordura	Ranalli; Andres; Califano, (2016)
Sem adição de açúcar	Brasil	Leite integral	Sucralose, Sacarina, Ciclamato, Sorbitol, Carragenina	Redução de Açúcar	Milagres <i>et al.</i> (2010)
Doce de leite light funcional com café	Brasil	Leite desnatado	Sucralose, Polidextrose, Café	Adição de fibras e redução de açúcar	Guimarães <i>et al.</i> (2012)

Doce de leite bubalino	Paraguai	Leite de búfala integral	Oligofrutose	Novo produto para o leite de búfala	Cardoso <i>et al.</i> (2018)
Com soro de leite	Paraguai	Leite integral e soro de leite	Soro de leite. lactase	Produto com soro de leite e teor reduzido de lactose	Cohene <i>et al.</i> (2016)
Com araticum	Brasil	Leite integral	Polpa de araticum, coco ralado, polpa de cagaita, suco de laranja e suco de cenoura	Valorização de frutas regionais	Arruda <i>et al.</i> (2016)

Fonte: Adaptado de Vargas (2021).

Os estudos apresentados na Tabela 1, são alguns trabalhos que elaboraram e avaliaram doces de leite com formulações diferentes das tradicionais. Porém, durante a elaboração deste trabalho, observou-se que no Brasil, o maior foco de destaque durante os estudos em relação ao doce de leite ainda é a incorporação de outros ingredientes. Foi encontrado um número significativamente maior de trabalhos que exploram a incorporação de ingredientes do que aqueles que se concentram na substituição da sacarose

3.3 Relevância da adaptação de requisitos do mercado na elaboração de produtos de natureza saudável

Segundo a *World Health Organization* (WHO) (Organização Mundial de Saúde - OMS), o termo "açúcares" abrange diversos tipos, como os açúcares intrínsecos, incorporados na estrutura de frutas e vegetais íntegros; os açúcares provenientes do leite, como a lactose e a galactose; e os açúcares livres, que englobam monossacarídeos e dissacarídeos adicionados aos alimentos e bebidas por fabricantes, cozinheiros ou consumidores. Além disso, inclui açúcares naturalmente presentes em produtos como mel, xaropes, sucos de frutas e sucos

concentrados de frutas. Essa abordagem abrangente reflete a diversidade de fontes e tipos de açúcares presentes na alimentação (WHO, 2015).

A sacarose desempenha um papel variado na composição de alimentos, proporcionando não apenas características sensoriais distintas, mas também influenciando propriedades físicas e químicas. Do ponto de vista químico, a sacarose é um carboidrato simples composto por uma molécula de glicose e uma de frutose, conferindo doçura aos alimentos. Além disso, sua presença pode influenciar reações de caramelização durante o cozimento, resultando em aromas e cores agradáveis. Em termos físicos, a sacarose desempenha um papel crucial na textura dos alimentos, agindo como um agente de estruturação e formando redes de gelificação que contribuem para a consistência desejada em produtos como geleias e sorvetes. Aumenta também a viscosidade de soluções aquosas, melhorando a cremosidade e a suavidade de diversas preparações, como mousses e cremes. Em relação aos aspectos sensoriais, a sacarose confere doçura, amplamente valorizada pelo paladar humano, equilibrando sabores e mascarando amargor em alimentos como chocolates e bebidas. Além disso, sua presença pode realçar a percepção de outros sabores, tornando-a essencial na formulação de uma ampla variedade de produtos alimentícios (Azevedo, 2021; Silva; Kloss; Lemos, 2021; Elpídio, 2020; Manhani; Campos; Donati; Moreno, 2014).

A ingestão excessiva de açúcar é considerada um fator de risco significativo, associado a problemas de saúde e desequilíbrios nutricionais, incluindo doenças não transmissíveis como diabetes, obesidade, doenças cardiovasculares e cárie dentária. Alguns estudos destacam, ainda, a conexão entre o consumo de açúcar e a possível relação com a toxicodependência, indicando que o açúcar juntamente com o sabor doce pode gerar dependência semelhante a de substâncias viciantes (Baldasso *et al.*, 2020; Manhani; Campos; Donati; Moreno, 2014; Monteiro *et al.*, 2023).

Devido aos problemas causados pelo consumo de açúcar, campanhas de conscientização e ações governamentais vêm sendo tomadas com o objetivo de diminuir sua adição em alimentos processados, juntamente com a redução do consumo de sódio e gordura. Em 2015, a *World Health Organization* publicou uma nova diretriz, recomendando que adultos e crianças reduzam a ingestão diária de açúcares livres para menos de 10% da ingestão total de energia. No Brasil, a Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 429 e a Instrução Normativa nº 75, ambas divulgadas em outubro de 2020, introduziram modificações significativas na rotulagem dos alimentos, com o objetivo de aprimorar a clareza e legibilidade dos rótulos, portanto, o consumidor poderá escolher melhores produtos. Diante desse cenário, é necessário buscar alternativas à utilização de sacarose na dieta.

3.4 Substituintes da sacarose

A procura por substituintes para a sacarose vem aumentando de forma expressiva nos últimos anos, com ênfase para os adoçantes naturais em relação aos sintéticos. Esse comportamento pode ser observado por meio do aumento da procura pelas versões “*light*” dos alimentos, que substituíram a sacarose por adoçantes. Dentre os substituintes da sacarose, se destacam mel, maltodextrina, estévia, xarope de milho com alto teor de frutose (HFCS), aspartame, sacarina, sucralose, e entre os açúcares de polióis se destacam o xilitol, sorbitol, eritritol, e o maltitol (Ribeiro; Pirolla; Nascimento-Júnior, 2020).

Conforme estabelecido pela Portaria Nº 540, de 27 de outubro de 1997, que aprova o Regulamento Técnico sobre Aditivos Alimentares, um edulcorante é definido como uma substância distinta dos açúcares que proporciona um sabor doce aos alimentos (Brasil, 1997). A Resolução - RDC Nº 18, de 24 de março de 2008, aborda o Regulamento Técnico que autoriza a utilização de aditivos edulcorantes em alimentos, especificando seus respectivos limites máximos, estabelecidos em 100g ou 100mL do alimento pronto para consumo (Brasil, 2008).

3.4.1 Adoçantes sintéticos

Os adoçantes artificiais são compostos orgânicos semissintéticos que oferecem uma intensa doçura. Por muito tempo, esses produtos têm sido considerados alternativas viáveis ao açúcar devido à sua característica de serem pouco absorvidos pelo sistema digestivo, resultando em uma baixa contribuição calórica. Além disso, são frequentemente utilizados na formulação de alimentos, bebidas, produtos farmacêuticos e em uma variedade de outros produtos comerciais. Entre os adoçantes sintéticos mais comuns, destacam-se o aspartame, sacarina, acessulfame de potássio (Ace-K), advantame, neotame e sucralose (FDA, 2023; Basson; Rodriguez-Palacios; Cominelli, 2021; Lohner; Toews; Meerpohl, 2017; Chen; Shen; Hua; Li, 2023).

Os adoçantes artificiais foram inicialmente utilizados como tratamento para diabetes, em razão de sua característica de serem indigeríveis e de não desencadearem resposta insulínica significativa após o consumo. Ao contrário dos açúcares naturais, como a sacarose, os adoçantes artificiais não causam picos glicêmicos, contribuição calórica ou danos à

microbiota bucal. Portanto, atendem às necessidades e preferências alimentares dos consumidores, especialmente daqueles que enfrentam problemas como obesidade e diabetes (FDA, 2023; Chen; Shen; Hua; Li, 2023).

O aspartame foi descoberto em 1965 e é produzido a partir dos aminoácidos fenilalanina e ácido aspártico. O FDA regulamenta o aspartame como aditivo alimentar, possuindo calorias, porém é cerca de 200 vezes mais doce que a sacarose, resultando em um consumo muito inferior. Geralmente, é utilizado em combinação com outros adoçantes, como o acessulfame de potássio e a sucralose, devido ao seu sabor amargo. No entanto, é importante notar que o aspartame não é estável ao calor e, quando combinado com alimentos de pH superior a 6, pode se decompor em dicetopiperazina, um composto potencialmente cancerígeno. Para evitar um consumo excessivo de aspartame, refrigerantes "diet" muitas vezes empregam uma mistura de aspartame, sacarina e ciclamato de sódio. Essa combinação ajuda a equilibrar o sabor e minimizar os riscos associados ao consumo do aspartame em sua forma pura (FDA, 2023; Basson; Rodriguez-Palacios; Cominelli, 2021; Guerra, 2019).

A sacarina foi descoberta em 1879 e é um dos aditivos alimentares aprovados pelo FDA, sob certas condições, para uso em bebidas, sucos de frutas e bases ou misturas quando preparadas para consumo de acordo com as instruções, como um substituto do açúcar. É aproximadamente 200 a 700 vezes mais doce que a sacarose e não possui calorias, sendo excretada sem alterações pelo organismo, uma vez que não é metabolizada. No entanto, é importante destacar que pessoas com hipertensão e insuficiência renal devem ser acompanhadas em seu consumo devido ao teor de sódio em sua composição. Essa precaução é necessária para garantir que o consumo de sacarina não cause efeitos adversos à saúde desses indivíduos (FDA, 2023; Guerra, 2019; Basson; Rodriguez-Palacios; Cominelli, 2021).

O acessulfame de potássio (Ace-K) foi descoberto em 1967 e recebeu aprovação em 1988 para uso em categorias específicas de bebidas. Posteriormente, em 2003, foi aprovado como adoçante de uso geral e intensificador de sabor em alimentos, exceto carnes e aves. É aproximadamente 200 vezes mais doce que a sacarose e é frequentemente combinado com outros adoçantes. Além disso, é estável ao calor, mantendo sua doçura mesmo em altas temperaturas durante o cozimento, o que o torna adequado como substituto do açúcar em produtos assados. No entanto, seu uso mais comum é em bebidas, doces e sobremesas congeladas. Essas características tornam o Ace-K uma opção versátil e amplamente utilizada na indústria alimentícia (FDA, 2023; Basson; Rodriguez-Palacios; Cominelli, 2021).

O advantame, também conhecido como ANS9801, é um derivado do aspartame. O FDA regula o advantame como aditivo alimentar e o aprovou em 2014 para uso como

adoçante de uso geral e intensificador de sabor em alimentos, com exceção de carnes e aves, sob certas condições de uso. É aproximadamente 20.000 vezes mais doce que a sacarose. Além disso, é estável ao calor, o que significa que mantém sua doçura mesmo quando utilizado em altas temperaturas durante o cozimento. Isso o torna adequado como substituto do açúcar em produtos de panificação e em uma variedade de outros alimentos (FDA, 2023).

O neotame é derivado do éster metílico dipeptídeo. Em 2002, o FDA aprovou o neotame para uso como adoçante de uso geral e intensificador de sabor em alimentos, com exceção de carnes e aves, sob certas condições de uso. Este adoçante é estável ao calor, o que significa que mantém sua doçura mesmo quando exposto a altas temperaturas durante o cozimento, tornando-o adequado como substituto do açúcar em produtos de panificação e uma variedade de outros alimentos. O Neotame possui um fator de doçura aproximadamente 7.000 a 13.000 vezes maior que o da sacarose e cerca de 30 a 60 vezes maior que o do aspartame, dependendo da aplicação no alimento. Além disso, estudos mostraram que o neotame é completamente eliminado do corpo, com mais de 98% recuperados na urina e nas fezes em seres humanos. Os resultados dos estudos em humanos demonstraram que o neotame foi bem tolerado por indivíduos saudáveis e diabéticos em doses de até 1,5 mg/kg de peso corporal/dia, a dose mais elevada testada (FDA, 2023; EFSA, 2007).

Entre os abordados, destaca-se a sucralose, que tem estrutura molecular semelhante à da sacarose. A sucralose foi descoberta em 1976 na Universidade de Londres, sendo obtida pela substituição de grupos hidroxila (OH) por halogênios, como o cloro (Cl), a partir da molécula de sacarose. Não é hidrolisada no lúmen intestinal, sendo praticamente excretada inalterada nas fezes. A sucralose tem uma intensidade de doçura aproximadamente 600 vezes maior que a da sacarose, com qualidade de doçura semelhante, mas não nutritiva e não calórica. A FDA regulamenta a sucralose como aditivo alimentar, e a aprovou para uso em 15 categorias de alimentos em 1998, e para uso como adoçante em alimentos em 1999, com uso de acordo com as boas práticas de fabricação atuais, em uma quantidade que não exceda o efeito pretendido. É um adoçante de uso geral amplamente encontrado em diversos alimentos, como produtos assados, bebidas, gomas de mascar, gelatinas e sobremesas lácteas congeladas. Sua característica de estabilidade ao calor permite que permaneça doce mesmo quando exposta a altas temperaturas durante o cozimento, tornando-a uma escolha adequada como substituto do açúcar em produtos esterilizados em ultra alta temperatura (UHT), pasteurizados, assados e em uma variedade de outras preparações culinárias (Bortolozzo; Quadros, 2007; FDA, 2023; Costa; Lannes, 2022; Ribeiro; Pirolla; Nascimento-Júnior, 2020).

3.4.2 Polióis: definição e uso em produtos alimentícios

Dentre os edulcorantes encontram-se os polióis, também conhecidos como álcoois polihídricos, ou como álcoois de açúcar. São compostos obtidos pela hidrogenação de açúcares, por meio de uma reação de redução. Os polióis são considerados adoçantes naturais dietéticos, portanto, podem ser ingeridos por diabéticos, não havendo limite em relação a quantidade ingerida. Entretanto, se ingerido em quantidade elevada, há a diminuição na sua absorção, sendo então fermentados no intestino grosso, podendo provocar flatulência e diarreia (Ribeiro; Pirolla; Nascimento-Júnior, 2020; Munerol, 2021; Richter; Lannes, 2007). Alguns exemplos de polióis são o xilitol, sorbitol, eritritol e maltitol.

Os polióis simples, em geral, apresentam características adocicadas, embora em intensidade menor que a sacarose. Contudo, é importante destacar que possuem valores energéticos inferiores em comparação com a sacarose, conforme indicado na Tabela 2. No caso dos polióis de cadeia curta, como o glicerol, é possível que adquiram uma leve nota amarga em concentrações elevadas (Damodaran, 2010).

Tabela 2 - Comparativo de doçura relativa e valores energéticos de açúcares e polióis simples.

Substância	Doçura relativa	Valor energético (kJ g⁻¹)
Polióis simples		
Eritritol	0,7	0,84
Manitol	0,6	6,69
Xilitol	1,0	10,03
Sorbitol	0,5	10,87
Xarope de milho hidrogenado	0,3-0,75	12,54
Açúcares		
Sacarose	1,0	16,72
Lactose	0,2	16,72

Glicose	0,5-0,8	16,72
Frutose	1,2-1,5	16,72
Galactose	0,6	16,72

Fonte: Adaptado de Damodaran (2010).

Devido às suas propriedades químicas e sensoriais semelhantes à sacarose, os polióis são considerados não cariogênicos, já que não são metabolizados pelos micro-organismos bucais. No entanto, a menor contribuição calórica dos polióis resulta do seu metabolismo incompleto no organismo humano e da baixa absorção ao longo do intestino delgado. Conseqüentemente, o conteúdo não absorvido de polióis pode ser fermentado pela microbiota intestinal, levando a possíveis complicações gastrointestinais, como laxação, inchaço e agravamento de sintomas em pacientes com síndrome do intestino irritável, quando em excesso (Cordeiro; Chagas; Dala-Paula, 2021). Portanto, a Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 727 de 2022, dispõe no artigo 25, que alimentos adicionados de aditivos alimentares edulcorantes que sejam polióis devem conter a advertência "este produto pode ter efeito laxativo", quando a previsão razoável de consumo diário for superior a 20 gramas de manitol, 50 gramas de sorbitol ou 90 gramas de outros polióis que possam ter efeito laxativo (Anvisa, 2022).

A aplicação de um edulcorante em produtos alimentícios é direcionada a partir de suas propriedades, tais como: capacidade de retenção de umidade, controle de cristalização (evitando a formação de cristais grandes e indesejados), redução da atividade de água, baixo valor calórico, solubilidade em água, grau de doçura em relação à sacarose, estabilidade às etapas do processamento aos quais os alimentos são submetidos (aquecimento, congelamento, aumento da pressão e outros), toxicidade, interação com outros componentes e ao seu perfil sensorial (Cordeiro; Chagas; Dala-Paula, 2021; FDA, 2023; Castro-Muñoz *et al*, 2022; Takahara, 2020).

É necessário considerar algumas alterações nas formulações de produtos alimentícios para reduzir o consumo de açúcar pela população. No entanto, substituir o açúcar é uma tarefa desafiadora, uma vez que ele desempenha várias funções cruciais, como proporcionar textura, cor, volume e sabor aos alimentos.

3.4.3 Xilitol

As indústrias produtoras de adoçantes polióis têm registrado uma demanda crescente por produtos isentos de açúcares usuais e de baixo valor calórico. Dentre os polióis, o xilitol destaca-se como um substituto do açúcar por apresentar propriedades físicas e químicas atrativas, tornando-o um composto de alto valor para as indústrias farmacêutica, odontológica e alimentícia. A produção comercial, em larga escala, de xilitol é feita por uma dispendiosa hidrogenação catalítica de xilose a partir da hidrólise ácida de produtos lignocelulósicos, ressaltando a complexidade e os desafios associados à produção eficiente (Misra *et al.*, 2011; Lima, 2013).

Seus cristais apresentam um calor específico notavelmente negativo em solução. A natureza endotérmica da solução cristalina de xilitol proporciona uma sensação refrescante na boca e não participa das reações de escurecimento de Maillard. Essa característica faz do xilitol um ingrediente preferencial em balas de menta e gomas de mascar sem açúcar. O xilitol é um aditivo alimentar do tipo umectante, portanto, tem a capacidade de atrair e reter água. Vale ressaltar que seu poder adoçante é comparável ao da sacarose. Além disso, o xilitol não é cariogênico, uma vez que não é metabolizado pela microflora bucal responsável pela formação da placa dentária. Ele desempenha também um papel benéfico na saúde bucal ao aumentar a produção de saliva, auxiliando no tratamento da xerostomia. Além disso, contribui para a proteção das proteínas salivares, exercendo um efeito estabilizador, contribuindo para a melhoria do odor do hálito, reduzindo infecções na boca e nasofaringe, promovendo a absorção de cálcio e vitaminas do complexo B, inibindo o crescimento de leveduras, incluindo *Candida albicans*, e auxiliando na manutenção de uma função intestinal saudável (Cordeiro; Chagas; Dala-Paula, 2021; Damodaran, 2010; Mussatto; Roberto, 2002).

O xilitol é metabolizado facilmente e não depende da insulina presente, além de produzir uma quantidade muito baixa de energia. O xilitol possui um índice glicêmico reconhecido de 8 e um valor calórico de 2,4 calorias/g, e quando consumido em doses espaçadas de no máximo 20 g cada, e desde que a quantidade total ingerida por dia não ultrapasse 60 g, o edulcorante apresenta efeitos benéficos, porém, doses mais elevadas podem ter um efeito laxativo. (Chattopadhyay; Raychaudhuri; Chakraborty, 2014; Mussatto; Roberto, 2002).

Yuyama *et al.* (2008) conduziram um estudo com o propósito de desenvolver geleia de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal), substituindo a sacarose pelo xilitol. Segundo os pesquisadores, a utilização do xilitol mostrou-se satisfatória, resultando em um produto de

baixo teor energético, com características típicas de geleia e semelhante à versão convencional em termos de aparência física e aceitação sensorial. Além disso, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas na aceitabilidade entre as geleias preparadas com xilitol e a tradicional.

Medeiros, Brandao e Lins (2020) realizaram um estudo com o intuito de desenvolver um doce de leite com reduzido teor calórico, substituindo a sacarose pelo xilitol. De acordo com os pesquisadores, o doce desenvolvido apresentou valores superiores aos encontrados na literatura em termos de composição centesimal, com exceção dos carboidratos onde se observou uma diminuição do valor. Quanto à análise sensorial, verificou-se uma boa aceitação, com uma média próxima aos itens da escala que indicam "gostei" e "gostei muito", e evidenciou uma intenção de compra favorável.

3.5 Linhaça: definição e aplicações

A busca por produtos mais saudáveis implica também no consumo de alimentos que ofereçam benefícios adicionais, além da função básica de nutrição. Tais alimentos são chamados de funcionais.

Os componentes bioativos que oferecem benefícios adicionais incluem probióticos e prebióticos, alimentos ricos em enxofre e nitrogênio, vitaminas antioxidantes, compostos fenólicos, ácidos graxos, oligossacarídeos e polissacarídeos (fibra alimentar), terpenoides e carotenoides. Esses compostos promovem atividade antioxidante, reduzem os níveis de colesterol total e LDL-colesterol, desintoxicam o fígado, têm atividade anticancerígena e antimutagênica, reduzem a pressão arterial, regulam o trânsito intestinal e fornecem estímulos ao sistema imunológico. Eles podem ser encontrados em iogurtes, *kefir*, cebola, alho, banana, peixes, frango, carne vermelha, ovos, frutas cítricas, vegetais de folhas verdes, repolho, brócolis, frutas vermelhas, nozes, leguminosas, cenoura, melancia, grãos integrais, entre outros (Salgado, 2017; Anjo, 2004; Moraes; Colla, 2006; Dias; Simas; Lima Junior, 2020).

Dentre os alimentos considerados funcionais, a semente de linhaça é uma opção que apresenta boa empregabilidade em formulações alimentícias, com intuito de incrementar valor nutricional ao produto final. A linhaça (*Linum usitatissimum L.*) é um grão oleaginoso, de cor marrom ou amarelo dourado, e destaca-se por sua riqueza em ácidos graxos polinsaturados, principalmente o α -linolênico (ALA), e em menor quantidade, o linoleico (AL). Adicionalmente, a linhaça contém quantidades expressivas de proteína vegetal, minerais, vitaminas e lignanas (Marques, 2008; Bombo, 2006; Oomah, Mazza, 1993).

A semente está ganhando importância na cadeia alimentar mundial como alimento funcional devido ao crescente interesse dos consumidores por alimentos com benefícios à saúde (Kajla; Sharma, 2015). Pode ser consumida inteira ou moída, sendo utilizada em vários produtos, como macarrão, pães, biscoitos, doces, sorvetes, iogurtes e saladas (Novello, 2011).

A linhaça marrom é comumente cultivada em regiões caracterizadas por um clima quente e úmido, como o Brasil, enquanto a variedade dourada encontra condições favoráveis em regiões mais frias, como o norte dos Estados Unidos e o Canadá (Novello; Pollonio, 2012).

Crisóstomo *et al.* (2020) conduziram um estudo sobre a elaboração de paçoquinha utilizando farinha de linhaça dourada, visando aumentar seu valor nutricional e os benefícios à saúde associados ao consumo desse ingrediente, devido ao seu alto teor de nutrientes. Observou-se que é viável substituir parcialmente o amendoim por farinha de linhaça dourada na produção de paçoquinhas. Isso resultou em formulações com características sensoriais que agradaram aos consumidores em todos os aspectos avaliados, além de proporcionar um significativo aumento no teor de fibras e minerais.

Costa *et al.* (2020) realizaram um estudo sobre a adição de farinha de linhaça marrom e enzimas na composição de pães tipo forma, visando enriquecer seu valor nutricional. Como resultado, observou-se um aumento nos teores de proteína, lipídios, cinzas e compostos fenólicos totais no produto. Além disso, a adição de linhaça proporcionou uma maior firmeza e uma menor mastigabilidade ao pão, sendo prevista uma redução na mastigabilidade à medida que aumenta o teor de fibras.

Cichońska *et al.* (2021) conduziram uma pesquisa investigando a inclusão de linhaça inteira e moída no iogurte. Os resultados demonstraram que a adição de linhaça moída resultou em uma maior viscosidade aparente e uma redução da sinérese em comparação com a adição da linhaça inteira, além de proporcionar as propriedades nutricionais características da linhaça.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Materiais

Os ingredientes utilizados na elaboração do doce de leite foram: leite integral pasteurizado, sacarose, leite desnatado em pó, xilitol, sucralose, sorbato de potássio, bicarbonato de sódio, pectina cítrica, ágar-ágar e linhaça dourada. Todos os ingredientes

foram adquiridos no comércio da cidade de Patos de Minas/MG. Os reagentes de grau P.A. utilizados durante as análises foram fornecidos pela Universidade Federal de Uberlândia, campus Patos de Minas.

4.2 Métodos

As formulações e análises foram conduzidas nos laboratórios de Análise Sensorial, Análise Instrumental e de Química de Alimentos, do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Uberlândia, campus Patos de Minas.

4.2.1 Formulação do doce de leite

O doce de leite foi elaborado seguindo as instruções definidas na Portaria MAPA nº 354, de 04 de setembro de 1997, que estabelece a identidade e os requisitos mínimos de qualidade que deverá cumprir o Doce de Leite destinado ao consumo humano. Para a utilização dos edulcorantes xilitol e sucralose, adotou-se a Resolução - RDC nº 18, de 24 de março de 2008, que dispõe sobre o "Regulamento Técnico que autoriza o uso de aditivos edulcorantes em alimentos, com seus respectivos limites máximos" (BRASIL, 2008).

Foram elaboradas duas formulações de doce de leite: a controle, com adição de sacarose, e uma versão diet, com edulcorantes e sem sacarose. Para ambas foi desenvolvido o doce de leite em ponto de corte (barra), acrescido de linhaça crua. Os ingredientes de cada formulação e suas respectivas quantidades estão dispostos na Tabela 3.

Tabela 3 - Formulação dos doces de leite.

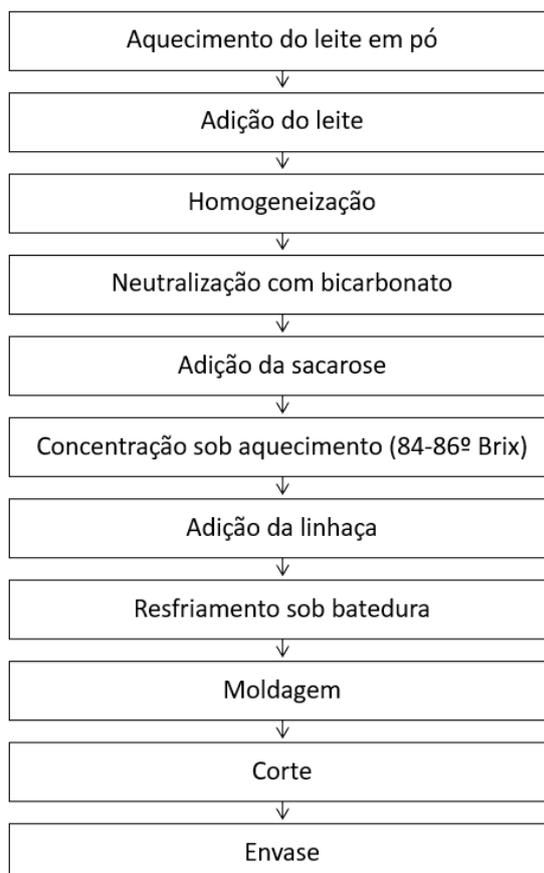
Ingredientes	Quantidades de ingredientes nas formulações	
	Controle	Diet
Leite pasteurizado	1 L	1 L
Sacarose	270 g	-
Leite em pó	70 g	100 g
Xilitol	-	48 g
Sucralose	-	1 g

Sorbato de potássio	-	0,15 g
Bicarbonato de sódio	1,5 g	3 g
Pectina cítrica	-	1,5 g
Ágar-ágar	-	1,5 g
Linhaça dourada	50 g	50 g

Fonte: O autor, 2024.

Para a elaboração dos doces de leite em barra, seguiu-se o fluxograma disposto na Figura 1 para o controle, e na Figura 2 para o diet.

Figura 1 - Fluxograma de produção do doce de leite em barra para controle.

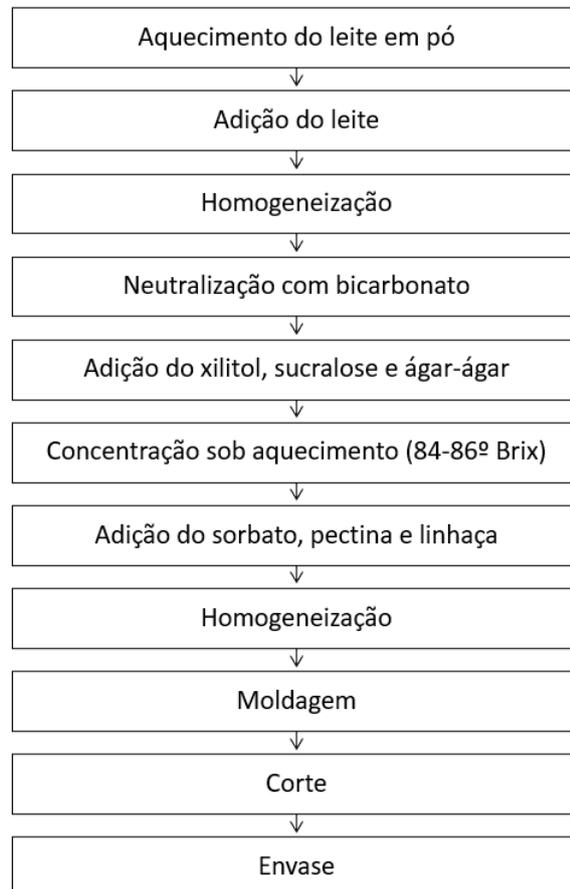


Fonte: O autor, 2024.

Inicialmente, o leite em pó foi transferido para um tacho de material inerte e parede espessa para o processo de escurecimento, que é realizado por meio de aquecimento do

produto, até que fosse obtido a coloração desejada. Em seguida, foi adicionado o leite e homogeneizado, e posteriormente neutralizado com bicarbonato de sódio. Então, foi adicionada a sacarose. Após a adição dos ingredientes, a mistura foi submetida a aquecimento para promover a concentração até atingir entre 84 e 86° Brix. Em seguida, foi adicionada a linhaça dourada. Subsequentemente, procedeu-se à batida do doce enquanto ele era lentamente resfriado até atingir a temperatura ambiente. Quando a temperatura atingiu entre 45-50° C, com o auxílio de uma espátula, o doce foi transferido para a forma de moldagem, que foi cortado em quadrados de 3,5 x 3,5 cm, embalados em sacos de polietileno e selados termicamente utilizando uma seladora (Barbi – Indústria Mecânica Ltda, modelo M-300T).

Figura 2 - Fluxograma de produção do doce de leite em barra diet.



Fonte: O autor, 2024.

Para o doce diet, inicialmente o leite em pó foi transferido para um tacho de material inerte e parede espessa para o processo de escurecimento, que é realizado por meio de aquecimento do produto, até que fosse obtido a coloração desejada. Em seguida, foi adicionado o leite e homogeneizado, e posteriormente neutralizado com bicarbonato de sódio,

e então, foram adicionados os demais ingredientes seguindo a formulação do doce diet (xilitol, sucralose e ágar-ágar). Após a adição dos ingredientes, a mistura foi submetida a aquecimento para promover a concentração até atingir entre 84 e 86° Brix. Em seguida, foi adicionado o sorbato de potássio, a pectina cítrica e a linhaça dourada. Subsequentemente, procedeu-se à homogeneização do doce. Com o auxílio de uma espátula, o doce foi transferido para a forma de moldagem, e após atingir a temperatura ambiente, foi cortado em quadrados de 3,5 x 3,5 cm, embalados em sacos de polietileno e selados termicamente utilizando uma seladora (Barbi – Indústria Mecânica Ltda, modelo M-300T).

4.2.2 Composição centesimal

4.2.2.1 Umidade

O teor de umidade foi determinado seguindo a metodologia 012/IV descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL) (2008), em que 3g de amostra foram submetidos ao aquecimento em estufa (Quimis, modelo Q314M252) a 105 °C e resfriamento até que o peso fosse constante. As análises foram realizadas em triplicata.

4.2.2.2 Cinzas

A quantificação do conteúdo de cinzas foi determinada de acordo com a metodologia 018/IV (IAL, 2008), em que 3g de amostra previamente secos em estufa a 105 °C no método de determinação de umidade foram levados à mufla (Lucadema, modelo: LUCA-2000F/DMRP) a 550 °C, até que fossem obtidas cinzas brancas. Finalmente, realizou-se a pesagem (IAL, 2008).

4.2.2.3 Proteínas

A análise de proteína foi realizada através do método de Kjeldahl com modificações. Pesou-se 0,5g da amostra em um tubo de digestão, juntamente com 10 ml de ácido sulfúrico e 2,5g da mistura digestora (dióxido de titânio, sulfato cúprico, sulfato de potássio, na proporção 0,3:0,3:6, respectivamente). Os tubos foram agitados cautelosamente, e então, colocados em um bloco digestor, seguindo com o aumento da temperatura até atingir 350 °C. A digestão permaneceu até que a solução se tornou esverdeada clara e livre de material não

digerido (pontos pretos). Para a destilação, foi utilizado o destilador de nitrogênio (TECNAL, modelo: TE-0363), onde foi adicionada solução de NaOH nos tubos até que a solução apresentasse a coloração preta. Foi adicionado 25 mL da solução de ácido bórico 4% (4% - verde de bromocresol-vermelho de metila) no Erlenmeyer de coleta. Finalmente, utilizou-se cerca de 100 ml do destilado para a titulação com ácido clorídrico 0,1 mol/L, até que fosse observado a coloração rosa padronizada e permanente.

4.2.2.4 Lipídios

A determinação de lipídios foi realizada seguindo o método 032/IV (IAL, 2008) com modificações. Inicialmente, pesou-se 5 g da amostra em um cartucho de Soxhlet. A montagem do equipamento seguiu a definição padrão, utilizando balões com pérolas de vidro previamente preparados em estufa, se mantendo sob aquecimento em chapa elétrica com extração contínua por aproximadamente 6 horas. Em seguida, o balão foi levado à estufa a 105 °C para retirar o solvente residual até peso constante (IAL, 2008).

4.2.2.5 Fibras totais

Inicialmente, foi pesado 1g de amostra em saquinhos de TNT, garantindo a uniformidade da amostra no mesmo. Em seguida, realizou-se a hidratação das amostras com água destilada, com o intuito de homogeneizá-las nos saquinhos. As amostras foram então colocadas no suporte do equipamento de determinação de fibras (TECNAL, modelo: TE-149). Posteriormente, adicionou-se 3L de solução de ácido sulfúrico no equipamento, seguido de aquecimento e agitação por 30 minutos. Após essa etapa, foram realizadas duas lavagens com água destilada no equipamento. Em seguida, procedeu-se à adição de 3L de solução de hidróxido de sódio com aquecimento por 30 minutos. Após essa etapa, foram realizadas outras duas lavagens com água destilada. Os saquinhos foram então lavados com álcool absoluto e acetona. Posteriormente, os saquinhos foram transferidos para cadinhos de porcelana previamente limpos e secos, e levados para a estufa a 105°C por quatro horas, seguido de uma hora na mufla a 550°C.

4.2.2.6 Carboidratos

Os carboidratos foram calculados por meio da diferença, subtraindo-se as porcentagens de água, proteína, gordura, cinza e fibra do total de 100% (Gutkoski *et al.*, 2007).

4.2.3 Caracterização físico-química

4.2.3.1 Cor instrumental

A cor foi avaliada por refletância com um colorímetro digital (CR400 – Minolta Company), utilizando a escala CIElab (parâmetros L*, a*, e b*). As análises foram realizadas em temperatura ambiente (25 °C). O parâmetro L* varia de 0-100 (entre preto e branco), o parâmetro a* varia de +60 a -60 (entre vermelho e verde), o parâmetro b* varia de +60 a -60 (entre amarelo e azul) (Cardoso *et al.*, 2018).

4.2.3.2 Atividade de água

A atividade de água foi determinada no equipamento Aqualab Pre (Meter Group), com leitura direta à temperatura ambiente (25 ± 2 °C).

4.2.4 Perfil de Textura

A textura instrumental dos doces foi determinada pela análise do perfil de textura (TPA). Para tal, foi utilizado um texturômetro TA.XT Plus (Stable Micro System, Surrey, UK). Os testes foram conduzidos com as amostras cortadas em formato quadrado, de tamanho 4 x 4 cm, acondicionadas em uma sala com temperatura controlada de 21 ±1 °C. Os parâmetros avaliados foram dureza (gf), adesividade (g*s), elasticidade, coesividade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência. Para os testes, foi utilizada uma probe cilíndrica de alumínio com 50 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; e taxa de compressão: 25%, segundo a metodologia adaptada de Rocha *et al.* (2012). Os dados foram obtidos através do software “Texture Expert for Windows” – versão 1.20 (Stable Micro Systems).

4.2.5.2 Teste de preferência pareada

O teste de preferência pareada é empregado quando se dispõe de duas amostras para comparação direta. Seu objetivo é avaliar a preferência, permitindo que o consumidor indique qual é o produto de sua preferência. A escolha é geralmente baseada na somatória das características sensoriais como sabor, aroma, textura, entre outros. Participaram desse teste 50 voluntários não treinados, representativos do público-alvo, de ambos os sexos e com idades entre 18 e 60 anos. Cada provador recebeu, simultaneamente, as amostras de doces de leite controle e diet, e solicitou-se que escolhesse a de sua preferência, segundo a ficha ilustrada na Figura 4 (Stone; Sidel, 2007; Meilgaard, 2015).

Figura 4 - Ficha utilizada no teste de preferência pareada.

Você está recebendo duas amostras de doce de leite em barra. Por favor, prove-as da esquerda para a direita e circule a amostra de sua preferência.

Fonte: O autor, 2024.

4.2.6 Análise estatística

Os resultados da composição centesimal, da caracterização físico-química e do perfil de textura foram avaliados por meio do teste *t* de *Student*, nos casos em que os dados apresentaram normalidade e homoscedasticidade, utilizando-se a correção de Welch na ausência desta última. O software empregado nas análises foi o Jamovi, versão 2.5.3.

Os resultados do teste de aceitação foram avaliados por média e Índice de aceitação (IA) (Equação 1), para cada atributo. Enquanto os dados do teste de preferência foram avaliados por meio de tabelas estatísticas (Dutcosky, 2019).

$$IA (\%) = \frac{\text{Média}}{\text{Maior nota}} \times 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização dos doces de leite

Os resultados das análises de composição centesimal obtidos para os doces de leite em barra diet e o controle (elaborado com sacarose) estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultado da caracterização centesimal dos doces de leite.

Parâmetros	Sacarose (controle)	Xilitol (Diet)
Umidade (%)	10,5 ^a	40,7 ^b
Cinzas (%)	3,18 ^a	4,27 ^b
Proteínas (%)	12,5 ^a	15,5 ^b
Lipídios (%)	0,70 ^a	0,47 ^a
Fibras (%)	0,55 ^a	0,56 ^a
Carboidratos (%)	72,6 ^a	38,5 ^b

Letras diferentes na mesma linha indica diferença entre as amostras, a 5% de significância, segundo o teste t.

Fonte: O autor, 2024.

5.1.1 Umidade

De acordo com a Portaria nº 354, de 04 de setembro de 1997, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o produto elaborado deve ter uma umidade máxima de 30%. Assim, conforme demonstrado na Tabela 4, somente o doce de leite em barra preparado com sacarose (formulação controle) alcançou um teor de umidade dentro do limite estipulado pela legislação. Elamim *et al.* (2012) conduziram um estudo sobre as propriedades calorimétricas e de relaxamento de misturas de xilitol-água, observando que o xilitol pode reter água nos alimentos devido à sua capacidade de formar uma estrutura em forma de rede com o aumento do teor de água, o que pode ter acontecido com o doce de leite desenvolvido neste trabalho.

Martins (2018) conduziu uma pesquisa avaliando amostras de doce de leite em barra (com sacarose), adquiridas no comércio local. Como resultado, observou-se uma diferença significativa entre as amostras, com valores de umidade variando de 6,4% a 32,4%. Neste estudo, apenas uma amostra excedeu o valor máximo previsto na legislação.

Santos *et al.* (2020) desenvolveram doces de leite pastosos saborizados. Como resultado, foi registrado um teor de umidade de 42,06% para o doce de leite tradicional, 40,16% para o doce de leite com polpa de bacuri e 39,97% para o doce de leite com polpa de cupuaçu. Conseqüentemente, todos os produtos estão em desacordo com a legislação em vigor, referente ao teor de umidade. Esses resultados demonstram uma tendência à maior retenção de água em doces de leite que utilizam ingredientes diferentes do padrão estabelecido pela Legislação Vigente, o que sugere a necessidade de uma atualização do RTIQ de doce de leite, considerando o surgimento de novas formulações deste produto.

Guimarães *et al.* (2012) elaboraram um doce de leite pastoso *light* funcional com café, e foram desenvolvidas 11 formulações com diferentes teores, substituindo parcialmente a sacarose por sucralose, além de uma formulação controle contendo apenas sacarose. Como resultado, observou-se que todas as formulações estão em conformidade com os parâmetros estabelecidos pela legislação, com valores variando entre 12,45% e 21,70%.

Silva (2016) realizou um estudo com o objetivo de formular três tipos de doce de leite pastoso sem adição de sacarose e sem lactose. Uma das formulações utilizou leite integral e sacarose como controle, a segunda empregou leite integral pasteurizado e hidrolisado, juntamente com um mix de povidexose, sorbitol, maltitol e sucralose, enquanto a terceira utilizou leite integral pasteurizado e o mesmo mix de ingredientes substitutos. Os resultados indicaram valores de umidade de 16,07%, 25,23% e 19,77%, respectivamente, todos dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação vigente, porém utilizando adoçantes diferentes, que não possuem afinidade com a água, como o xilitol.

5.1.2 Cinzas

Os valores de cinzas obtidos para as formulações desenvolvidas foram de 3,18% para o doce com sacarose e 4,27% para o doce com xilitol. Assim, ambos os doces elaborados apresentaram teores de cinzas superiores ao máximo permitido pela legislação vigente (2%). Esta diferença pode ser atribuída à quantidade de sólidos adicionados, bem como à presença de linhaça dourada. Vale ressaltar que, devido à natureza do produto, no doce em barra pode ocorrer falta de uniformidade na distribuição dos ingredientes, resultando no acúmulo de

linhaça em pontos específicos. Valores acima do permitido pela legislação podem ainda ser indicativo de fraudes, como a adição de bicarbonato de sódio e outros compostos sólidos (Demiate; Konkel; Predroso, 2001; Guimarães *et al.* 2012).

Gonçalves *et al.* (2014) obtiveram valores de cinzas entre 1,91% e 2,15% durante a caracterização físico-química do doce de leite em barra com diferentes concentrações de licor de cacau. Justificou-se que o valor acima do permitido pela legislação se deve ao teor elevado de cinzas presentes no licor de cacau, adição elevada de bicarbonato de sódio ou outros sais durante a produção.

5.1.3 Proteínas

Foram obtidos teores altos de proteínas, sendo 12% para o doce com sacarose e 15,5% para o doce com xilitol. Ambas as formulações apresentaram valores acima do valor mínimo de proteínas (5%) exigido pela legislação vigente. Esses valores elevados se devem principalmente ao fato de ter sido adicionado leite em pó em ambas as formulações. Notou-se um valor maior para o doce elaborado com xilitol, o que era esperado, pois foi adicionada uma quantidade maior de leite em pó em relação ao doce elaborado com sacarose.

Gonçalves *et al.* (2014) realizaram a elaboração e caracterização físico-química do doce de leite em barra com diferentes concentrações de licor de cacau. Como resultado, observaram valores variando entre 4,69% e 6,95%. Portanto, foi observado que, com o aumento da concentração de licor, houve uma diminuição na quantidade de proteína, sendo que apenas uma formulação não atingiu o valor mínimo estabelecido para proteínas pela legislação em vigor.

Silva (2016) realizou um estudo com o objetivo de formular três tipos de doce de leite pastoso sem adição de sacarose e sem lactose. Como resultado, foi obtido valores entre 6,37% e 7%, de proteína, sendo que, todos apresentaram valores acima do mínimo requerido pela legislação.

5.1.4 Lipídios

Os valores de lipídios encontrados foram de 0,70% para o doce elaborado com sacarose e 0,47% para o doce elaborado com xilitol. De acordo com a legislação vigente, o teor de lipídios deve estar entre 6% e 9%. Portanto, ambas as formulações apresentaram

valores inferiores ao estabelecido. Isto pode ter acontecido devido à adição do leite desnatado em pó, aumentando assim o teor de proteínas, carboidratos e cinzas.

Silva (2016) obteve resultados entre 7,60% e 8,73% para lipídios, para doces de leite pastosos sem adição de sacarose e sem lactose. Todos estes valores estão dentro do estabelecido pela legislação.

Milagres *et al.* (2010) obtiveram resultados entre 6,5% e 9,5% para doces de leite pastosos produzidos sem a adição de açúcar. Para o doce controle (com sacarose) foi obtido um valor de 6,5%, para o doce elaborado com sucralose foi obtido um valor de 9,5%, e para o doce elaborado com uma combinação de ciclamato, sacarina e sorbitol também foi obtido um valor de 9,5%. Portanto, apenas o doce elaborado com sacarose obteve um valor de lipídios dentro dos parâmetros da legislação vigente.

5.1.5 Fibras totais

Nos doces elaborados, foram obtidos valores de fibra bruta de 0,55% para o doce com sacarose e 0,56% para o doce com xilitol, sendo que, o teor de fibras presente é devido à adição de linhaça. Carvalho e Berti (2014) elaboraram um doce de leite colonial *light* com a adição de aveia com calda de morango. Como resultado, obtiveram valores de 1,32% e 1,51% para os doces elaborados.

A adição de fibras nos alimentos desempenha um papel crucial na promoção da saúde digestiva, ao facilitar a regularidade intestinal e prevenir a constipação, além de contribuir para o controle da glicose no sangue, entre outros benefícios (Bernaud; Rodrigues, 2013). No entanto, a quantidade de fibras presente no doce de leite elaborado é consideravelmente baixa em relação à ingestão diária recomendada, que varia entre 25 e 30g. Portanto, é importante ressaltar que o doce elaborado não deve ser a única fonte de fibras na dieta diária, mas pode ser considerado um produto complementar na dieta.

5.1.6 Carboidratos

A legislação atual não estabelece parâmetros de controle específicos para carboidratos. No entanto, ao analisar os doces elaborados, observou-se uma diferença significativa nos teores, com 72,6% para o doce elaborado com sacarose e 38,5% para o doce elaborado com xilitol. Era esperado que o doce com sacarose apresentasse um valor superior, dado que as

propriedades do xilitol possibilitam que seja adicionada uma menor quantidade na formulação, devido às suas características específicas. Portanto, observou-se uma diminuição significativa na quantidade de carboidratos ao substituir a sacarose, o que representa um ponto positivo devido à obtenção de um produto com menor valor calórico.

Martins (2018), ao avaliar a qualidade de amostras comerciais de doce de leite em barra, obteve valores de carboidratos entre 51,7% e 79,7% com diferença devido à heterogeneidade em relação a sua composição química.

Silva (2016), elaborou doces de leite sem a adição de sacarose e sem lactose, e obteve valores de carboidratos entre 57,10% e 68,27%.

5.2 Caracterização físico-química

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados das análises de caracterização físico-química, como a atividade de água (A_w) e os parâmetros de cor instrumental, obtidos para o doce de leite em barra diet e o doce de leite em barra de controle com sacarose.

Tabela 5 - Resultado da caracterização físico-química dos doces de leite.

Parâmetros	Sacarose (controle)	Xilitol (Diet)
A_w	0,697 ^a	0,899 ^b
L^*	32,3 ^a	21,0 ^b
a^*	7,61 ^a	6,02 ^b
b^*	20,1 ^a	17,2 ^b

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença entre as amostras, a 5% de significância, segundo o teste t.

Fonte: O autor, 2024.

5.2.1 Atividade de água

A atividade de água (A_w) é um fator crucial no controle de qualidade do alimento, pois destaca a água livre no alimento que é um parâmetro indicativo de crescimento de microrganismos, visto que certos microrganismos crescem em determinadas faixas da A_w .

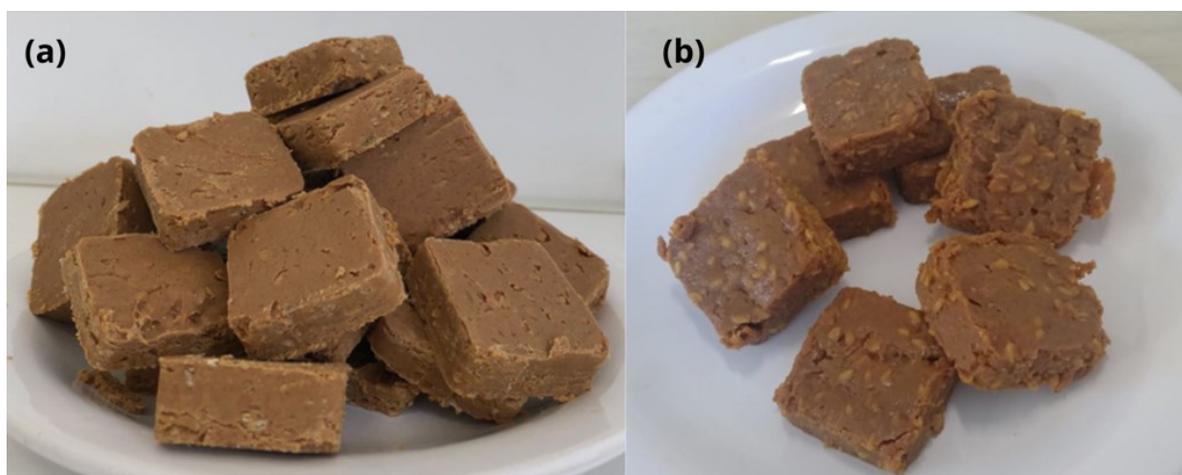
Neste estudo foram obtidos valores de A_w de 0,697 e 0,899, para o doce com sacarose e com xilitol, respectivamente. Para proporcionar melhor estabilidade microbiológica, eram desejáveis valores de A_w inferiores a 0,6. O doce de leite controle se aproximou desse valor, o que sugere maior estabilidade do produto. Enquanto o doce de leite diet apresentou valor bastante superior, condizente com a maior tendência do xilitol em reter água, formando uma rede.

Gonçalves *et al.* (2014) elaboraram doces de leite em barra com diferentes concentrações de licor de cacau, e obtiveram valores em 5 formulações, com valores de A_w entre 0,7767 e 0,8137, permitindo aos autores concluir que a adição do licor de cacau atuou como efeito desidratante, e ao interagir com as moléculas de água presentes no doce, observou-se uma diminuição na atividade de água, promovendo assim um maior tempo de prateleira.

5.2.2 Cor instrumental

Conforme estabelecido na Portaria do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) nº 354, de 04 de setembro de 1997, a cor do doce de leite elaborado deve ser "castanho caramelado" proveniente da reação de Maillard. Portanto, além de ser um parâmetro definido pela legislação, a cor é uma característica distintiva do doce de leite. Os resultados das análises de cor instrumental para os doces de leite em barra estão apresentados na Tabela 5.

Figura 5 – Doces de leite em barra elaborados: (a) Doce de leite (controle) com sacarose e linhaça; (b) Doce de leite diet (xilitol) com linhaça.



Fonte: O autor, 2024.

Para o doce de leite em barra elaborado com sacarose, observou-se uma cor marrom moderadamente escura. A luminosidade representa o quão claro ou escuro é o produto. Um valor mais baixo de L^* indica uma cor mais escura, enquanto um valor mais alto indica uma cor mais clara. Com um valor de L^* de 32,3, o doce de leite em barra apresenta uma coloração moderadamente escura. A coordenada a^* refere-se à matiz de vermelho-verde. Com um valor positivo de a^* (7,61), sugere-se uma tendência em direção ao vermelho. Por fim, a coordenada b^* representa a matiz de amarelo-azul. Com um valor positivo de b^* (20,1), sugere-se uma tendência em direção ao amarelo.

Para o doce de leite em barra elaborado com xilitol, observou-se uma cor também marrom, porém com uma tonalidade mais intensa, sendo assim, um marrom mais escuro que o doce de leite em barra elaborado com sacarose, com uma luminosidade ($L^* = 21,0$) menor que a anterior, destacando que o produto é mais escuro. Com um valor de $a^* = 6,02$, pode-se observar que, em comparação com o anterior, este está mais próximo do vermelho com uma tonalidade mais quente. Com um valor de $b^* = 17,2$, também menor em relação ao doce anterior, sugere-se que este possui um amarelo mais escuro. Outro fator que contribuiu para a obtenção da cor característica foi o escurecimento do leite em pó durante a formulação dos doces, especialmente no caso do doce elaborado com xilitol. Tal estratégia foi adotada porque o xilitol não participa das reações de Maillard e caramelização, responsáveis pelo escurecimento desses alimentos.

Furtado (2017) determinou os parâmetros de cor instrumental de doces de leite em barra com o intuito de comparação entre diferentes tipos de embalagens e tempo de armazenamento. Com resultado, foi obtido um valor médio de $L^* = 36,06$, $a^* = 7,61$ e $b^* = 15,08$, sendo caracterizados como doces “mais amarelados”.

5.3 Perfil de textura

O perfil de textura instrumental (TPA) dos doces de leite estão dispostos na Tabela 6.

Tabela 6 - Perfil de textura dos doces de leite.

Parâmetros	Sacarose (controle)	Xilitol (Diet)
Dureza (gf)	46375 ^a	3596 ^b
Adesividade (g.s)	-0,623 ^a	-1,15 ^a
Elasticidade	0,549 ^a	0,822 ^b
Coabilidade	0,613 ^a	0,761 ^b
Gomosidade	28563 ^a	2727 ^b
Mastigabilidade	15868 ^a	2241 ^b
Resiliência	0,425 ^a	0,405 ^a

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença entre as amostras, a 5% de significância, segundo o teste t.

Fonte: O autor, 2024.

A dureza de um produto se refere à força necessária para penetrá-lo ou deformá-lo. Para os doces formulados, houve diferença significativa neste parâmetro. A maior dureza para o doce controle era esperada, devido às propriedades da sacarose no doce, uma vez que sua cristalização contribui consideravelmente para o ponto de corte, e conseqüentemente, maior dureza. Enquanto o doce diet apresentou menor dureza devido à ausência da sacarose, pois o xilitol não atinge a mesma cristalização, o que tornou necessário o emprego do ágar para obtenção do ponto de corte. A adição desse espessante também pode ter contribuído para menor dureza, visto que é um hidrocoloide. Outro fator, é um valor maior de umidade para o doce com xilitol, contribuindo assim em uma maior maciez.

Furtado (2017) observou valores consideravelmente inferiores ao avaliar diferentes tipos de doces de leite em barra em relação aos dias de envase, variando de 5000g a 25000g após 135 dias de envase. Lima *et al.* (2020) encontraram valores entre 0.22N e 0.27N, correspondendo a 22,43 gf e 27,53 gf, respectivamente, para doces de leite produzidos com uma combinação de leite bovino e ovino. Portanto, os doces elaborados exigem uma força de mastigação mais elevada, como indicado pelos seus valores elevados apresentados na Tabela 6.

A adesividade refere-se à força necessária para remover um alimento aderido na boca. Não foram observadas diferenças significativas entre os doces para este parâmetro. Furtado (2017) encontrou valores entre 0,10 e 0,30 Ns para os doces de leite em barra durante o estudo. Portanto, os valores apresentados na Tabela 6, referentes à adesividade, indicam que o doce de leite em barra elaborado requer uma força mínima para remover o alimento aderido à boca, ou seja, uma tendência à adesividade baixa.

A elasticidade refere-se à sua capacidade de retornar à sua condição inicial após uma deformação. Com base nos valores apresentados na Tabela 6, os doces de leite em barra elaborados demonstraram uma diferença significativa entre si neste parâmetro, no entanto, os valores obtidos foram muito baixos, resultando em um produto com pouca capacidade de retornar à sua forma original. Essa característica era esperada, pois a textura desejável em doces de leite em barra é a que apresente maciez suficiente para permitir o corte, mas com aspecto ligeiramente quebradiço, diferentemente do que é observado em produtos com altos valores de elasticidade. Furtado (2017) registrou valores entre 1 e 11 para a elasticidade dos doces de leite em barra durante o estudo. Lima *et al.* (2020) encontraram valores entre 7,30 e 13,67 para os doces de leite elaborados com uma combinação de leite bovino e ovino.

A coesividade refere-se à sua capacidade de se deformar antes de ocorrer a ruptura. Conforme demonstrado na Tabela 6, houve uma diferença significativa neste parâmetro para os doces elaborados, com valores baixos indicando que o alimento se rompe facilmente, característica altamente desejável em doces de corte. Furtado (2017) observou que, ao longo de 180 dias de armazenamento, os valores de coesividade dos doces de leite em barra diminuíram de 0,20 para 0,05.

A gomosidade refere-se à força necessária para desintegrar um alimento durante a deglutição. Foi observada uma diferença significativa entre os doces elaborados, com valores elevados, especialmente para o doce de leite produzido com sacarose. Esses resultados podem ser associados ao baixo teor de lipídios presente nos doces, uma vez que estes contribuem fortemente com a textura, exigindo menor esforço na desintegração do alimento. Lima *et al.* (2020) registraram valores entre 0,16 e 0,24 para os doces de leite elaborados com uma combinação de leite bovino e ovino.

A mastigabilidade refere-se ao tempo ou número de mastigações necessárias para que o alimento esteja pronto para ser engolido. Conforme ilustrado na Tabela 6, é necessário um tempo prolongado até que os doces elaborados estejam prontos para a ingestão, o que era esperado devido à grande disparidade entre os valores de dureza, coesividade e elasticidade

desses produtos. Furtado (2017) registrou valores entre 0,1 e 120 para a elasticidade dos doces de leite em barra durante o estudo.

A resiliência refere-se ao número de vezes que o produto retorna à sua forma original após serem deformados. De acordo com a Tabela 6, foram obtidos valores baixos e sem diferença significativa, indicando que os doces elaborados possuem baixa ou nenhuma resiliência.

5.4 Análise sensorial

5.4.1 Teste de Aceitação

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados do teste de aceitação do doce de leite diet com adição de fibras.

Tabela 7 - Resultados do teste de aceitação do doce de leite diet elaborado.

Parâmetros	Aparência	Textura	Aroma	Sabor	Cor	Modo Geral
Média de Aceitação	5,7	4,6	6,8	4,9	6,5	5,5
Índice de Aceitação (%)	63	51	75	54	72	61

Fonte: O autor, 2024.

Com base nos resultados obtidos, foi observado que as médias dos atributos avaliados para o doce de leite diet com adição de fibras variaram entre 4,6 e 6,8, indicando que a aceitação permaneceu próxima à região central da escala. Os resultados sugerem que a substituição da sacarose pelo xilitol afetou consideravelmente todos os atributos avaliados durante a análise sensorial. Esses valores não indicam necessariamente que o produto elaborado tenha uma qualidade sensorial ruim, mas sugerem que, apesar da substituição, há potencial para melhorias no produto, principalmente na textura.

A aceitação pode ser mais bem avaliada por meio do Índice de Aceitação (IA). Segundo Dutcosky (2019), para que o produto seja considerado bem aceito quanto ao atributo

em questão, é necessário um IA igual ou superior a 70%. De acordo com os resultados apresentados na Tabela 7, apenas aroma e cor apresentaram boa aceitação, o que aponta a necessidade de melhorias na formulação do doce de leite diet, para incrementar aspectos como aparência, textura, sabor e impressão geral sobre o produto.

5.4.2 Teste de preferência pareada

Com o teste de preferência pareada foi possível determinar a amostra preferida entre o doce de leite diet em barra com adição de fibras e o doce de leite em barra elaborado com sacarose (controle). Dos 50 provadores participantes, 43 expressaram preferência pela amostra de doce de leite com sacarose, enquanto apenas 7 indicaram preferência pela amostra de doce de leite com xilitol. A partir da comparação com tabelas estatísticas, concluiu-se que o doce de leite com sacarose foi preferido em relação ao doce de leite diet com xilitol, com um nível de significância de 5%.

6. CONCLUSÃO

Neste estudo foi proposto o desenvolvimento de um doce de leite em barra diet incrementado com linhaça dourada, utilizando apenas xilitol e sucralose com adoçantes. Para critério de comparação foi elaborado um doce de leite em barra com sacarose com a adição de linhaça dourada.

Os resultados permitem concluir que o doce de leite diet não obedeceu a critérios estabelecidos pela legislação, como umidade, cinzas e lipídios. Devido a adição de leite em pó, foi observado que o doce elaborado atingiu valores significativos de proteínas. Além disso, apresentou valor de atividade de água superior ao desejável, e índices de aceitação inferiores a 70% para aparência, textura, sabor e impressão geral do produto. Os dados sugerem que, embora o objetivo de formular um doce de leite de corte isento de sacarose tenha sido atingido, muitos parâmetros no produto precisam ser melhorados, o que endossa o desafio que as indústrias alimentícias têm, de elaborar produtos diet com propriedades similares às versões tradicionais com sacarose.

A incorporação de adoçantes sintéticos e polióis tem se mostrado bastante viável ao longo dos últimos anos, contudo os desafios da remoção completa da sacarose em produtos doces são proeminentes. Este estudo inicial mostrou que a substituição de sacarose em doce

de leite de em barra é promissora, mas ajustes na formulação ainda são necessários, abrindo caminhos para novos estudos com diferentes polióis, adoçantes sintéticos e espessantes.

7. REFERÊNCIAS

Agência de Notícias do IBGE. "Rebanhos e valor dos principais produtos de origem animal foram recordes em 2022." Agência de Notícias do IBGE, Ano. Recuperado de [<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37937-rebanhos-e-valor-dos-principais-produto-de-origem-animal-foram-recordes-em-2022>].

ANJO, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. *J Vasc Bras*, vol.3, n2, p.145-154, 2004.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da diretoria colegiada – RDC Nº 727, de 6 de junho de 2022. Dispõe sobre a rotulagem dos alimentos embalados. Disponível em: <https://antigo.anvisa.gov.br/legislacao>.

ARRUDA, H. S.; BOTREL, D. A.; FERNANDES, R. V. B.; ALMEIDA, M. E. F.. (2016). Development and sensory evaluation of products containing the Brazilian Savannah fruits araticum (*Annona crassiflora* Mart.) and cagaita (*Eugenia dysenterica* Mart.). *Brazilian Journal of Food Technology*, 19. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.10515>

AZEVEDO, Julia. "O que é sacarose e quais seus riscos para a saúde?", Ecycle. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/sacarose/>.

BALDASSO, C. N.; WEBER, J. B. B.; COELHO, E. M. R. B.; ALVES, N. M.; KRAMER, P. F.. Açúcar e saúde bucal: Uma revisão crítica da literatura. (2020). *Stomatos*. Canoas – RS. Vol. 26. Nº 50. p 46-55.

BASSON, A. R.; RODRIGUEZ-PALACIOS, A.; COMINELLI, F. Artificial Sweeteners: History and New Concepts on Inflammation. *Frontiers in Nutrition*. Vol. 8. 2021. DOI=10.3389/fnut.2021.746247

BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES, T. C. (2013). Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. *Arquivos Brasileiros De Endocrinologia & Metabologia*, 57(6), 397–405. <https://doi.org/10.1590/S0004-27302013000600001>

BOMBO, A. J. Obtenção e caracterização nutricional de snacks de milho (*Zea mays* L.) e linhaça (*Linum usitatissimum* L.). 2006. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. doi:10.11606/D.6.2006.tde-23102006-115234.

BORTOLOZO, E. Q.; QUADROS, M. H. R.. Aplicação de inulina e sucralose em iogurte. 2007. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Campus Ponta Grossa - Paraná – Brasil. v. 01, n. 01: p. 37-47, 2007.

BRASIL, Ministério da Saúde – Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Portaria no 540, de 27 de out. de 1997, Brasília, 28 de out. de 1997.

BRASIL, Ministério da Saúde – Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), RDC nº 18, de 24 de mar. de 2008, Brasília, 25 de mar. 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.

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: outubro de 2023.

CAMARA, A. O. DA.; MORAES, O. M. G. DE.; RODRIGUES, L. Tipos de leite e sua contribuição na ingestão diária de sódio e cálcio. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 24, n. 8, p. 3099–3106, ago. 2019.

CARDOSO, A. E. M.; CARDOSO, L. M.; VERRUCK, S.; CANELLA, M. H. M.; PRUDENCIO, E. S. Emprego de prebiótico em doce de leite bubalino visando à redução da sacarose. *Revista do Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos. Revista CSBEA – v. 4, n. 1. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5965/24473650412018001>*

CARVALHO, Driéli Rogério; BERTI, Mari Angela. Desenvolvimento e avaliação de doce de leite colonial light acrescentado de aveia com calda de morango. 2014. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2014.

CASTRO-MUÑOZ, R.; CORREA-DELGADO, M.; CÓRDOVA-ALMEIDA, R.; LARA-NAVA, 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 Chemistry*, Volume 370, 2022, 130991, ISSN 0308-8146, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130991>.

CHATTOPADHYAY, S.; RAYCHAUDHURI, U.; CHAKRABORTY, R.. Artificial sweeteners - a review. *Journal of Food Science Technology*. 2014. Apr; 51(4): 611-21. doi: 10.1007/s13197-011-0571-1. Epub 2011 Oct 21. PMID: 24741154; PMCID: PMC3982014.

CHEN, Zi-Wei; SHEN, Zhi-Wei; HUA, Zu-Lin; LI, Xiao-Qing. Global development and future trends of artificial sweetener research based on bibliometrics. *Ecotoxicology And Environmental Safety*, [S.L.], v. 263, p. 115221, set. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115221>.

CICHOŃSKA, P.; PUDŁO, E.; WOJTCZAK, A.; ZIARNO, M. Effect of the Addition of Whole and Milled Flaxseed on the Quality Characteristics of Yogurt. *Foods*. 2021. Sep 10;10(9):2140. doi: 10.3390/foods10092140.

COHENE, M.; SANDOVAL, A.; DINATALE, F.; SARUBBI, A.. Estudio comparativo de la composición fisicoquímica y organoléptica del dulce de leche de elaboración artesanal utilizando leche y suero dulce de quesería en una proporción de 70/30, con y sin hidrolizado de la mezcla. *Compend. cienc. vet* [online]. 2016, vol.6, n.1, pp.17-23. ISSN: 2226-1761. <https://doi.org/10.18004/compend.cienc.vet.2016.06.01.17-23>.

CORDEIRO, M. M.; CHAGAS, T. A. B.; DALA-PAULA, B. M.. (2022). Polióis como substitutos à sacarose: obtenção, características químicas e implicações à saúde. 2021. *Exatas Online*. Vol 12. p 11-26.

COSTA, C. S. ; PONTES, D. F.; MEDEIROS, S. R. A.; OLIVEIRA, M. N. ; HERCULANO, L. F. L.; ARAÚJO, Í. M. S.; PINTO, L. Í. F.; MEDEIROS, M. M. L.; LEÃO, M. V. S.; SILVA, M. F. F. Technological and sensory characterization of loaf bread with addition of brown linseed flour (*Linum usitatissimum* L.) and enzymes. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 9, n. 12, p. e36591211201, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i12.11201.

COSTA, D.; LANNES, S. C. S.. Substitutos de sacarose em chocolates: uma revisão. *Alimentação, nutrição e cultura*. Tradução. Ponta Grossa: Atena, 2022. p. 16. . . Acesso em: outubro 2023.

CRISÓSTOMO, J. D. M. et al. Elaboração de paçoquinha com linhaça dourada. *DEMETRA Alimentação Nutrição & Saúde*, v. 15, p. e44816, 2020. DOI: 10.12957/demetra.2020.44816

DAMODARAN, Srinivasan. *Química de alimentos de Fennema* [recurso eletrônico] / Srinivasan Damodaran, Kirk L. Parkin, Owen R. Fennema; tradução Adriano Brandelli ... [et al.]. – 4. ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Artmed, 2010.

DEMIATE, I. M.; KONKEL, F. E.; PEDROSO, R. A.. Avaliação da qualidade de amostras comerciais de doce de leite pastoso - composição química. *Food Science and Technology*, v. 21, n. 1, p. 108–114, jan. 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-20612001000100023>>

DIAS, S. S. .; SIMAS, L. .; LIMA JUNIOR, L. C. . Alimentos funcionais na prevenção e tratamento de doenças crônicas não transmissíveis. *Boletim de Conjuntura (BOCA)*, Boa Vista, v. 4, n. 10, p. 54–61, 2020. DOI: 10.5281/zenodo.4023172.

DUTCOSKY, Silvia Deboni. *Análise sensorial de alimentos* / Silvia Deboni Dutcosky. 5. ed., rev. – Curitiba : PUCPRESS, 2019.

EFSA. Scientific Opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food on a request from European Commission on Neotame as a sweetener and flavour enhancer. *The EFSA Journal* (2007) 581, 1–43

ELAMIN, K.; SJÖSTRÖM, J.; JANSSON, H.; SWENSON, J. Calorimetric and relaxation properties of xylitol-water mixtures. *J. Chem. Phys.* 14 March 2012; 136 (10): 104508. <https://doi.org/10.1063/1.3692609>

ELPÍDIO, Cinthia Meirelly de Araújo. Secagem de ameixa pelo método de camada de espuma: otimização dos parâmetros e caracterização do produto. 2020. 172f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.

EMBRAPA. **Anuário do leite 2023**. EMBRAPA Gado de leite. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1154264/1/Anuario-Leite-2023.pdf>>. Acesso em fevereiro de 2023.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO STAT - Livestock Primary.

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

FDA. (2020, October). Sugars That Are Metabolized Differently Than Traditional Sugars. Disponível em: <<https://www.fda.gov/food/food-additives-petitions/sugars-are-metabolized-differently-traditional-sugars>>. Acesso em: janeiro de 2024.

FDA. (2023, July). Aspartame and Other Sweeteners in Food. Disponível em: <<https://www.fda.gov/food/food-additives-petitions/aspartame-and-other-sweeteners-food>>. Acesso em: outubro de 2023.

FRANCISQUINI, J. D.; OLIVEIRA, L. N.; PEREIRA, J. P. F.; STEPHANI, R.; PERRONE Í. T.; SILVA, P. H. F. Avaliação da intensidade da reação de Maillard, de atributos físico-químicos e análise de textura em doce de leite. *Rev Ceres [Internet]*. 2016. Sep;63(5):589–96. Available from: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201663050001>

FURTADO, Diogo Cunha. Avaliação de diferentes tipos de embalagens no armazenamento de doce de leite em tabletes. Rio Verde – 2017. Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, 2017.

GALVÃO, E. L.; SILVA, D. C. F.; SILVA, J. O.; MOREIRA, A. V. B.; SOUZA, E. M. B. D. Avaliação do potencial antioxidante e extração subcrítica do óleo de linhaça. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 551-557, 2008.

GUERRA, T. R. B. (2019). Adoçantes e doenças crônicas: revisão de literatura - Sweeteners and Chronic Diseases: Review of the Literature. **CADERNOS DE ESTUDOS E PESQUISAS - JOURNAL OF STUDIES AND RESEARCH**, América do Norte, 23, jul. 2019. Disponível em: <http://revista.universo.edu.br/index.php?journal=1studospesquisa2&page=article&op=view&path%5B%5D=2217>. Acesso em: Abril de 2024.

GUIMARÃES, Í. C. O.; LEÃO, M. H. M. R.; PIMENTA, C. J., FERREIRA, L. O.; FERREIRA, E. B.. Development and description of light functional dulce de leche with coffee. **Ciência E Agrotecnologia**, v. 36(2). 2012. p. 195–203. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542012000200008>

GUIMARÃES, Í. C. O.; ROCHA-LEÃO, M. H. M.; PIMENTA, C. J.; TAVARES, L. S.; MENDES, J. F.; FERREIRA, E. B.. Doce de leite light funcional com café: um estudo de mercado. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, [S.l.], v. 67, n. 388, p. 53-59, dez. 2013. ISSN 2238-6416. Disponível em: <<https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/266>>. Acesso em: agosto de 2023. doi:<https://doi.org/10.5935/2238-6416.20120065>.

GONÇALVES, G. R. F.; OLIVEIRA, J. S. O.; BONOMO, R. C. F.; NETO, B. A. M.; LEITE, C. X. S.; GOMES, G. M. S. Caracterização físico-química do doce de leite em barra com diferentes concentrações de líquido de cacau. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.16, n.1, p.27-32, 2014.

GUTKOSKI, L. C.; BONAMIGO, J. M. de A.; TEIXEIRA, D. M. de F.; & PEDÓ, I.. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. *Food Science and Technology*, V. 27, n. 2, p. 355–363, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000200025>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Rio de Janeiro, RJ, 2022. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: outubro de 2023.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. (IAL). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4ª Edição. 1ª Edição Digital. São Paulo. 2008.

KAJLA, P.; SHARMA, A.; SOOD, D. R. Flaxseed-a potential functional food source. *J Food Sci Technol*. 2015 Apr;52(4):1857-71. doi: 10.1007/s13197-014-1293-y.

LIMA, F. C. dos S. Produção de xilitol utilizando licor da pré-hidrólise ácida do bagaço do pedúnculo do caju. 2013. 137 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2013. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/1910>

LIMA, P. C.; MARCO, I.; STEIN, V.; PAGOTTO, C. K.; RIGO, E.; CAVALHEIRO, D.; SCHOGOR, A. L. B.. (2020). Obtaining and characterizing “dulce de leche” prepared with sheep’s and cow’s milk in different proportions. *Food Science and Technology*, 40(4), 832–837. <https://doi.org/10.1590/fst.16819>

LOHNER, S.; TOEWS, I.; MEERPOHL, J. J. Health outcomes of non-nutritive sweeteners: analysis of the research landscape. *Nutrition Journal*. 16, 55. (2017). <https://doi.org/10.1186/s12937-017-0278-x>

MANHANI, T. M., CAMPOS, M. V. M., DONATI, F. P., & MORENO, A. D. H. (2014). Sacarose, Suas Propriedades e os Novos Edulcorantes. *Revista Brasileira Multidisciplinar*, 17(1), 113-125. <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2014.v17i1.12>

MARQUES, Anne Y Castro. FLAXSEED (*Linum usitatissimum* L.) FUNCTIONAL PROPERTIES IN DIFFERENT PROCESSING CONDITIONS AND USE IN FOOD. 2008. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

MARTINS, A. P. V. Avaliação da qualidade de amostras comerciais de doce de leite em barra: composição físico-química, microbiológica e sensorial. / Ana Paula Vitor Martins – Rio Pomba, 2018. iv, 15f.: il. Trabalho de Conclusão de Curso - Tecnólogo em Laticínios - Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais - Campus Rio Pomba.

MEDEIROS, E. G.; BRANDAO, T. M.; LINS, L. D. Variações de doce de leite para público com restrições alimentares. In: Anais da 16ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia [recurso eletrônico]. / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe. - Aracaju: Editora IFS, 2020. v. 1 n. 1.

MEILGAARD, M. C. Sensory Evaluation Techniques. CRC Press; 5th ed. 2015. 600p. ISBN: 978-1482216905.

MILAGRES, M. P.; DIAS, G.; MAGALHÃES, M. A.; SILVA, M. O.; RAMOS, A. M.. (2010). Análise físico-química e sensorial de doce de leite produzido sem adição de sacarose. *Revista Ceres*, 57(4), 439–445. 2010. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2010000400001>

MISRA, S.; GUPTA, P.; RAGHUWANSHI, S.; DUTT, K.; SAXENA, R.K.. (2011). Comparative study on different strategies involved for xylitol purification from culture media fermented by *Candida tropicalis*. *Separation and Purification Technology*. 78. 266–273. 2011. 10.1016/j.seppur.2011.02.018.

MONTEIRO, C. S. et al. (2023). Consumo excessivo de açúcar sobre o desempenho cognitivo. In: SILVA, M. R. et al (Org.). *Assistência integral à saúde: desafios e vulnerabilidades da assistência*. 1ª Ed. Vol. 1. Editora Científica Digital. [s.l.]. 2023

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. *Revista eletrônica de Farmácia*, v. 3, n. 2, 2006.

MUNEROL, A. C. S.; GLOWKA, H. M.; SANTOS, M. T.; LINS, P. G.. Açúcar e seus substitutos: um breve panorama. 2021. INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA. Xanxerê – SC. Disponível em: <<https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2392>>;

MUSSATTO, S. I., & ROBERTO, I. C.. (2002). Xilitol: edulcorante com efeitos benéficos para a saúde humana. *Revista Brasileira De Ciências Farmacêuticas*, 38(4), 401–413. <https://doi.org/10.1590/S1516-93322002000400003>

NOVELLO, D. Utilização de linhaça dourada (*Linum Usitatissimum* L.) em produto cárneo bovino reestruturado: efeito sobre a composição de ácidos graxos e aceitação sensorial / Daiana Novello. -- Campinas, SP: [s.n], 2011.

NOVELLO, D., & POLLONIO, M. A. R. (2012). Caracterização físico-química e microbiológica da linhaça dourada e marrom (*Linum Usitatissimum* L.). *Revista Do Instituto Adolfo Lutz*, 71(2), 291–300. <https://doi.org/10.53393/rial.2012.v71.32427>

OOMAH, B. D.; MAZZA, G. Flaxseed proteins—a review. *Food Chemistry*, Vol. 48, Issue 2, 1993, Pages 109-114, ISSN 0308-8146, [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(93\)90043-F](https://doi.org/10.1016/0308-8146(93)90043-F).

PACHECO, A. F. C; LEITE JÚNIOR, B. R. C. Produção de doce de leite: teoria e prática. Viçosa, MG: UFV, Divisão de Extensão, 2020.

RANALLI, N.; ANDRES, S. C.; CALIFANO, A. N.; Rheological Behavior of Low-Fat Dulce De Leche with Added Xanthan Gum; Wiley Blackwell Publishing, Inc; *Journal of Food Processing and Preservation*; v. 41; n. 4; 2016; p. 1-8.

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. *Rev. Virtual Quim.*, 2020, 12 (5).

RICHTER, M.; LANNES, S. C. S.. Ingredientes usados na indústria de chocolates. *Revista Brasileira De Ciências Farmacêuticas*, 43(3), 357–369. 2007. <https://doi.org/10.1590/S1516-93322007000300005>

ROCHA, D. T. da; CARVALHO, G. R.; RESENDE, J. C. de. Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2020. 15 p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 123).

SALGADO, Joicelem. Alimentos funcionais. 1. Ed. São Paulo: Oficina de Textos. 2017.

SANTOS, D. B.; OLIVEIRA, I. V.; CRUZ, W. P.; BERNARDINO, P. D. L. S.; SILVA, J. N.; SILVA, V. F. A.; CARVALHO, F. I. M.; SILVA, P. A. (2020). Processamento e caracterização de doces de leite saborizados obtidos de vacas oriundas do Sudeste do Estado do Pará / Processing and characterization of flavored milk candy obtained of the cows from the Southeast of Pará State. *Brazilian Applied Science Review*, 4(3), 2094–2114. <https://doi.org/10.34115/basrv4n3-109>

SILVA, Alan Campos da. Desenvolvimento de doce de leite sem adição de sacarose e sem lactose. 2016. 75p. Dissertação (Mestrado Profissional) - Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados. Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Disponível em: <<https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/3138>>

SILVA, F. T. Doce de leite. Rio de Janeiro, RJ. EMBRAPA. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/grupos-de-alimentos/lacteos/doce-de-leite>>. Acesso em: outubro de 2023.

SILVA, Gabriel Almeida da, KLOSS, Guilherme Pedroneti, LEMOS, Talia Ester Tavares. Estudo das propriedades e das características do uso da estévia, eritritol, xilitol e frutose em substituição à sacarose. 2021. 81f. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Química). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Escola Técnica Estadual - ETEC-Trajano Camargo, Limeira.

SIQUEIRA, K. B. O mercado consumidor de leite e derivados. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2019. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 120).

STONE, H.; SIDEL, J. L. Sensory evaluation practices. 3. ed. Elsevier, 2004. 408p. ISBN: 0080474357, 9780080474359.

TAKAHARA, A. A. Importância da redução do açúcar em alimentos infantis: Uma visão de Vigilância em Saúde/ Adriana Akemi Takahara.– São Paulo, 2020. 44 f. il Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização-Vigilância Laboratorial em Saúde Pública)-Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, CEFOR/SUS-SP, Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, 2020.

TARPILA, A.; WENNERBERG, T.; TARPILA, S. Flaxseed as a functional food. **Current Topics in Nutraceutical Research**, Coppel, v. 3, p. 167–188, 2005.

VARGAS, M. O.. Tipos de doce de leite e seus processos produtivos abrangendo aspectos de qualidade e inovação tecnológica. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Florianópolis, 2021. 49p.

WATTIAUX, M. A. Milk Composition and Nutritional VALUE. In WATTIAUX, M. A. Dairy Essentials: Nutrition & Feeding, Reproduction & Genetic Selection, Lactation & Milking, and Raising Dairy Heifers. UW-Madison Babcock Institute. 1999.

WHO. Guideline: Sugars intake for adults and children. Geneva: World Health Organization; 2015. 59p. ISBN: 978-92-4-154902-8.

YUYAMA, L. K. O.; PANTOJA, L.; MAEDA, R. N.; AGUIAR, J. P. L., & SILVA, S. B.. (2008). Desenvolvimento e aceitabilidade de geléia dietética de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). *Food Science and Technology*, 28(4), 929–934. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000400026>

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