



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

Érico Alexandre Araújo Coelho Filho

**DESENVOLVIMENTO DE SORVETE *PLANT BASED* FORMULADO COM LEITE
VEGETAL E MUCILAGEM DE LINHAÇA (*Linum usitatissimum* L.)**

RECIFE
2024

Érico Alexandre Araújo Coelho Filho

**DESENVOLVIMENTO DE SORVETE *PLANT BASED* FORMULADO COM LEITE
VEGETAL E MUCILAGEM DE LINHAÇA (*Linum usitatissimum* L.)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Pernambuco como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do título de
Bacharel em Farmácia.

Orientadora: Prof. Ms. Marina Maria
Barbosa de Oliveira

RECIFE

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Coelho Filho, Érico Alexandre Araújo.

Desenvolvimento de sorvete plant based formulado com leite vegetal e mucilagem de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) / Érico Alexandre Araújo Coelho Filho. - Recife, 2024.

60 p. : il., tab.

Orientador(a): Marina Maria Barbosa de Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Farmácia - Bacharelado, 2024.

Inclui referências.

1. Tecnologia dos alimentos. 2. Produção de alimentos veganos. 3. Intolerância à lactose. 4. Doença celíaca. 5. Sorvete. I. Oliveira, Marina Maria Barbosa de. (Orientação). II. Título.

600 CDD (22.ed.)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
CURSO DE BACHARELADO EM FARMÁCIA



Aprovada em: 25/03/2024

BANCA EXAMINADORA

Profa. Ma. Marina Maria Barbosa de Oliveira
(Presidente e Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Lucas José de Alencar Danda
(Examinador)
Universidade Federal de Pernambuco

Ma. Auygna Pamyda Gomes da Silva
(Examinadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Liliane Maria da Silva
(Suplente)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho à minha mãe, por tornar tudo isso possível, e às minhas amigas, por estarem comigo durante os maiores desafios.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a pessoa que cuidou de mim durante todos esses anos e tornou possível dar continuidade aos meus estudos, mesmo com todas as dificuldades e desafios. Obrigado, mãe. Sem os seus sacrifícios, nada disso seria realidade.

Às minhas amigas, que me acompanharam e me ajudaram a superar os maiores desafios, fossem eles externos ou internos. Em especial, agradeço à Euda, Mariana, Stefany, Heloísa, Camila e Saunay, por todas as memórias inesquecíveis que compartilhamos.

Ao meu amigo João, pelas conversas mais sinceras e por me ensinar o significado de admiração.

Aos professores que se esforçaram para me educar sobre os conhecimentos acadêmicos, mas que também me ensinaram a ser um adulto ativo.

À minha orientadora, Profa. Ms. Marina Maria Barbosa de Oliveira, que aceitou esse desafio ao meu pedido e se dedicou para atingir o nosso objetivo, me guiando por esse caminho desconhecido. Sem a sua orientação, este trabalho seria apenas um projeto escrito em um papel.

Ao meu namorado, pelas memórias mais incríveis e também pela companhia nos momentos mais difíceis. Agradeço por me acalmar quando acreditei que tudo estava prestes a desmoronar e por me mostrar que as coisas não eram exatamente como eu imaginava. Obrigado, *peixinho*.

Por fim, agradeço a todos que fizeram parte dessa longa caminhada e que me auxiliaram de alguma forma e ao destino, por fazer com que esse número de pessoas fosse grande o suficiente para não caber em uma só página.

RESUMO

O gel de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) é considerado um hidrocolóide rico em polissacarídeos que apresenta diversas propriedades tecnofuncionais de interesse para indústria alimentícia devido a capacidade espessante e emulsificante, podendo ser aplicado a uma diversidade de produtos, como bolos, pães, massas, sorvetes e outros em substituição a gomas e aditivos sintéticos. Os “leites vegetais” vêm ganhando notoriedade na indústria de alimentos como opção vegetal para produção de alimentos análogos vegetais aos de origem animal, apresentando boa fonte de proteínas, fibras e gorduras insaturadas, direcionado para elaboração de produtos para pessoas com restrições alimentares ou dietas alternativas. Este trabalho teve como objetivo desenvolver integralmente um sorvete vegetal usando mucilagem de linhaça como emulsificante e leites vegetais de castanha-de-caju e castanha-do-Brasil, e avaliar características físico-química, tecnológicas, nutricionais e sensoriais em relação a padrão com leite animal. Foram analisados os parâmetros pH e acidez titulável, teor de sólidos solúveis (SS), taxa de derretimento, avaliação descritiva dos aspectos sensoriais e elaborada a informação nutricional. As formulações experimentais apresentaram valores de pH próximo a neutralidade (~6,5) e baixa acidez (5-7%) e os teores de SS (28g%) e de proteínas (min. 3g%) não lácteas caracterizaram os produtos como sorvetes, conforme legislação brasileira vigente. As formulações vegetais apresentam valores superiores de proteínas, fibras e de gordura, porém estas possuem composição majoritariamente insaturada. Os valores das taxas de derretimento das formulações vegetais (30% em 60 min) foram menores do que o ideal, apresentando uma maior resistência à fusão, além de textura de maior rigidez do que as desejáveis para um sorvete. O gel de linhaça não interferiu diretamente nas características de textura e derretimento já que apresentou comportamento semelhante ao emulsificante industrial em todas as formulações, demonstrando ser um emulsificante promissor para sorvetes. Os leites vegetais de castanhas-de-caju e castanha-do-Brasil são uma boa opção para substituição do leite em formulações de sorvetes com cunho funcional, podendo ser veículo de proteínas, ácidos graxos essenciais, minerais e compostos bioativos.

Palavras-chave: Gel de linhaça. Emulsificante natural. Gelados comestíveis. Castanha-do-pará. Castanha-de-cajú.

ABSTRACT

Flaxseed gel (*Linum usitatissimum* L.) is considered a hydrocolloid rich in polysaccharides that presents several technofunctional properties of interest to the food industry due to its thickening and emulsifying capacity, and can be applied to a variety of products, such as cakes, breads, pasta, ice creams and others to replace gums and synthetic additives. “Vegetable milks” have been gaining notoriety in the food industry as a plant-based option for producing foods similar to those of animal origin, presenting a good source of protein, fiber and unsaturated fats, aimed at creating products for people with dietary restrictions or alternative diets. This work aimed to fully develop a vegetable ice cream using linseed mucilage as an emulsifier and vegetable milks from cashew nuts and Brazil nuts, and to evaluate physical-chemical, technological, nutritional and sensorial characteristics in relation to standard animal milk. The parameters of pH and titratable acidity, soluble solids (SS) content, melting rate, descriptive evaluation of sensorial aspects were analyzed and a nutritional information table was calculated. The experimental formulations presented pH values close to neutrality (~6.5) and low acidity (5-7%) and the contents of SS (28g%) and non-dairy proteins (min. 3g%) characterized the products as ice creams, in accordance with current Brazilian legislation. Vegetable formulations have higher levels of protein, fiber and lipids, but they have a mostly unsaturated composition. The melting rate values of the vegetable formulations (30% in 60 min) were lower than ideal, presenting greater resistance to melting, in addition to a texture with greater rigidity than those desirable for an ice cream. Flaxseed gel did not directly interfere with the texture and melting characteristics as it showed similar behavior to the industrial emulsifier in all formulations, proving to be a promising emulsifier for ice creams. Vegetable milks from cashew nuts and Brazil nuts are a good option for replacing milk in ice cream formulations with a functional nature, and can be a vehicle for proteins, essential fatty acids, minerals and bioactive compounds.

Keywords: Flaxseed gel. Natural emulsifier. Edible gelato. Brazil nuts. Cashew nuts.

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 Geral	12
2.2 Específicos	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1 Sorvete: Histórico, definição e constituição.	13
3.2 “Leites” Vegetais	16
3.2.1 Definição de “leite” vegetal	16
3.2.2 Aspectos comerciais	17
3.2.3 Castanha-do-Brasil	17
3.2.4 Castanha-de-caju	18
3.3 Emulsificantes e estabilizantes	19
3.3.1 Definição e funcionalidade	19
3.3.2 Gel de linhaça	20
3.4 Dietas alternativas e restrições alimentares	22
3.4.1 Veganismo	22
3.4.2 Doença celíaca	23
3.4.3 Intolerância à lactose e alergia às proteínas do leite	24
4 METODOLOGIA	27
4.1 Materiais e local de estudo	27
4.2 Extração da mucilagem de linhaça	27
4.3 Produção dos leites vegetais	27
4.3.1 Produção do leite de castanha-de-caju e castanha-do-Brasil	28
4.4 Produção dos sorvetes	28
4.5 Caracterização físico-química	30
4.5.1 Determinação do pH	30
4.5.2 Teor de acidez total titulável	30
4.5.3 Determinação do teor de sólidos solúveis totais	31
4.6 Análise de característica de estabilidade tecnológica	31
4.6.1 Taxa de derretimento	31
4.7 Avaliação de aspectos sensoriais	32
4.8 Determinação da informação nutricional	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1 Caracterização físico-química	33
5.2 Determinação da taxa de derretimento (taxa de fusão)	36
5.3 Avaliação dos aspectos sensoriais	39
5.4 Informação nutricional dos sorvetes experimentais	42
6 CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

Dietas alternativas que evitam o consumo de produtos com elementos animais, como o vegetarianismo e o veganismo, são tendência global (Kosonen *et al.*, 2005; Üçtuğ *et al.*, 2021). Da mesma forma, a incidência de indivíduos com restrições alimentares como doença celíaca, intolerância a glúten e alergia às proteínas do leite aumentou com o passar dos anos (Kosonen, 2005; Toméi, 2016). A ascensão de pessoas com dietas restritivas provocou uma mudança no perfil do consumidor, que passou a procurar cada vez mais por produtos à base de plantas e livres de glúten e lactose, embora essa tendência não seja exclusiva deste nicho. Na verdade, foi demonstrado que há maior busca por esses produtos mesmo entre consumidores que não apresentam nenhuma restrição alimentar (HRA *Food and Drink*, 2017; Rostami *et al.*, 2017).

Uma das sobremesas mais comuns ao redor do mundo é o sorvete. Desde a antiguidade, a mistura gelada acompanhou o homem durante os séculos, sendo inclusive considerada como produto de luxo por reis e imperadores (Mikilita, 2002). Atualmente, a indústria de sorvetes está em pleno crescimento econômico (Mintel, 2017). Em contrapartida com a ascensão de produtos exclusivamente à base de plantas, as formulações mais tradicionais de sorvetes utilizam o leite de vaca como um de seus principais ingredientes (Brasil, 1999). Portanto, há necessidade de inovação na indústria alimentícia ligada à área de sobremesas geladas e sorvetes, através de pesquisa e desenvolvimento de novas formulações que atendam às novas demandas (Akdeniz *et al.*, 2019). Foi nesse contexto que surgiram a busca de novas formulações alternativas do sorvete, visando um alimento com o sabor e textura característicos do produto, mas livre de ingredientes indesejáveis e potencialmente nocivos para certos grupos de consumidores (Silva Júnior, 2008; Spence *et al.*, 2019).

Emulsificantes naturais ganharam notoriedade pela indústria alimentícia durante os últimos anos (Feizi *et al.*, 2021; Zhao *et al.*, 2023). Em especial, o gel de linhaça, obtido das sementes de *Linum usitatissimum* L., representa uma alternativa natural para formulações que usualmente utilizam emulsificantes industriais, como é o caso do sorvete, e que pode contribuir para a composição nutricional do alimento (Souza *et al.*, 2010; Almeida, 2019). A mucilagem de linhaça representa um produto de elevado valor tecnológico, principalmente devido a sua excelente performance

como hidrocolóide e elevada viscosidade em meio aquoso, além de apresentar menor custo em comparação a outros produtos comerciais semelhantes (Cui, 1996; Chen *et al.*, 2006).

Na mesma linha de raciocínio, os “leites” vegetais também vêm ganhando notoriedade (Aydar *et al.*, 2020; Aydar *et al.*, 2023) no ramo alimentício, pois são saudáveis e de fácil obtenção, além de apresentarem elevado valor nutricional e características sensoriais agradáveis (Walsh, 2017). No Brasil, são destaques os “leites vegetais” obtidos de extratos aquosos de Castanha-do-Brasil e Castanha-de-caju, fato que está associado com a produção expressiva das duas castanhas nas regiões Norte e Nordeste do país (Mazzetto, 2009). Os extratos vegetais vêm sendo estudados na produção dos sorvetes veganos como substitutos do leite de vaca, sendo responsáveis pelo conteúdo lipídico do produto (Saraiva, 2023).

Tendo em vista a mudança do padrão de consumo e as novas tendências do ramo alimentício (Baptista *et al.*, 2023), o presente trabalho visa desenvolver sorvetes orgânicos unindo as propriedades emulsificantes do gel de linhaça aos extratos vegetais obtidos de *blends* da castanha-do-Brasil e castanha-de-caju em diferentes proporções, bem como analisar a estabilidade dos sorvetes produzidos e avaliar suas características físico-químicas e nutricionais.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Desenvolver sorvetes *plant based* utilizando gel de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e leite vegetal de castanha-de-caju e castanha-do-Brasil.

2.2 Específicos

- Realizar a extração de gel de linhaça (mucilagem)
- Produzir “leites” vegetais de castanha-de-caju e de castanha-do-Brasil em diferentes concentrações
- Avaliar a aplicabilidade do gel de linhaça como emulsificante para formulação de sorvetes à base de plantas
- Verificar os efeitos do gel de linhaça sobre a estabilidade da formulação e compará-los com os efeitos do emulsificante industrial
- Analisar as características sensoriais nas diferentes proporções do *blend* de castanhas e compará-las com formulações contendo leite de vaca
- Caracterizar o sorvete de acordo com suas características organolépticas, físico-químicas e nutricionais

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Sorvete: Histórico, definição e constituição.

Embora os primeiros relatos sobre a história do sorvete sejam incertos e sua origem permaneça indefinida, alguns livros relatam que o seu desenvolvimento se deu através de bebidas e sucos de frutas congelados com neve no século I (Mikilita, 2002). Porém, a popularização do sorvete aconteceu em 1292, ano em que o mercador Marcos Polo de origem italiana trouxe do oriente para a Itália uma receita para o preparo de sorvetes (Marshall, 2017).

O setor de comércio de sorvetes e picolés encontra-se em pleno crescimento. Até o ano de 2020, novos sabores e formas de preparo seriam os responsáveis por fazer o mercado desse produto crescer em até 81%, sendo o Brasil o 10º maior produtor mundial e o 11º maior mercado consumidor (Mintel, 2017). Segundo dados fornecidos pela Associação Brasileira das Indústrias de Sorvete, no ano de 2020 esse setor gerou cerca de 100 mil empregos diretos no Brasil. O número é ainda maior quando analisados os empregos indiretos gerados, estimados em torno de 200 mil. Nesse mesmo ano, a produção foi por volta de 1.050 milhões de litros do produto, equivalente a um consumo anual per capita de 4,98 litros (ABIS, s.d.).

Segundo a Resolução – RDC Nº 713, de 1º DE julho de 2022 – Anvisa, Sorvetes são os produtos elaborados com leite e ou derivados lácteos e/ou outras matérias primas alimentares, nos quais os teores de gordura ou proteína são total ou parcialmente de origem não láctea. A legislação brasileira determina que o sorvete apresente, no mínimo, 3% de gordura e 2,5% de proteína, total ou parcialmente de origem não láctea. Outros ingredientes podem ser adicionados na formulação, como frutas ou pedaços de frutas, açúcares e produtos de cacau e/ou outras substâncias alimentícias, desde que não descaracterizem o produto (Brasil, 1999).

Os sorvetes se diferenciam dos *sherbets* pelo percentual de gorduras e proteínas, que são menores nos *sherbets*. Os sorvetes comumente também são chamados de *gelatos*, gelados de fruta ou *sorbets*, embora a mesma portaria preconize que os gelados de fruta são produtos elaborados basicamente com polpas, sucos ou pedaços de frutas e açúcares, podendo ser adicionado de outros ingredientes alimentares (Brasil, 1999). Alguns autores, como Marshall *et al.* (2003) defendem que o *gelato* seria a versão italiana do sorvete, apresentando uma

quantidade muito reduzida ou nenhuma adição de estabilizantes e emulsificantes, além de menor conteúdo lipídico quando comparado ao sorvete.

O sorvete também é considerado um produto nutritivo que contém proteínas, minerais (cálcio, fósforo, ferro) e vitaminas (vitamina A, tiamina e riboflavina) (Vivek, 2001; Genovese *et al.*, 2022; Pontonio *et al.*, 2022) a depender de sua constituição e ingredientes. Entretanto, seu consumo deve ser moderado devido ao seu alto teor de açúcares e lipídios, que também são abundantes em ácidos graxos saturados de cadeia curta e saturados (Kurt; Atalar, 2018).

Analisando a composição dos sorvetes de forma estrutural, seu conteúdo consiste de uma matriz congelada contendo bolhas de ar, glóbulos de gordura, cristais de gelo e uma fase sérica não congelada (Goff, 1997; Balthazar *et al.*, 2017). Da perspectiva físico-química, o sorvete é classificado como uma espuma em que há concentração de hidrocolóides, açúcares, gorduras e proteínas. O resultado do seu processamento são bolhas de ar em suspensão cobertas por cristais de gelo, glóbulos de gordura individualizados ou parcialmente fundidos e cristais de lactose (Masuda, 2020).

Figura 1: representação esquemática das estruturas do sorvete

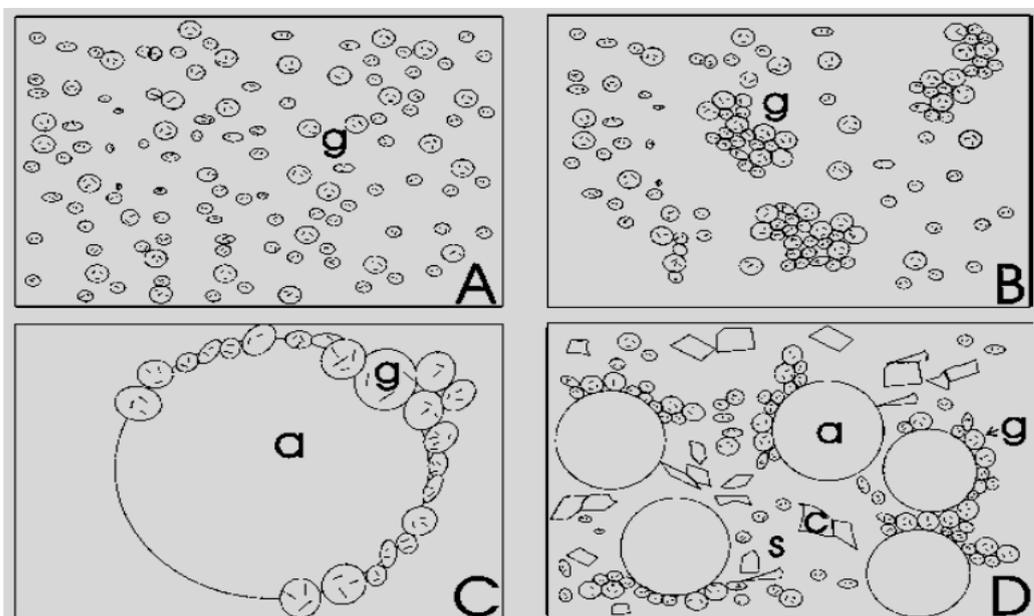


Figura 2. Representação esquemática da formação da estrutura tridimensional do sorvete. A) Glóbulos de gordura homogêneos na calda do sorvete congelado. B) Coalescência parcial dos glóbulos de gordura. C) Glóbulos de gordura que se movem para a interface gasosa durante batimento. D) Estrutura tridimensional resultante. (a) Bolhas de ar com diâmetro entre 50 a 200 μm ; (c) Cristais de gelo com diâmetro entre 10 e 50 μm ; (g) Glóbulos de gordura com diâmetro entre 1 e 5 μm ; (s) soro ou matriz da mistura

A formulação e o preparo do sorvete são fatores importantes para a formação de sua estrutura. Etapas de produção como homogeneização, pasteurização, maturação e congelamento são de suma importância para essa estrutura, a fim de garantir uma boa interface entre os ingredientes e evitar a formação de grandes cristais de gelo, que podem prejudicar o aspecto sensorial do produto (Goff, 1997). O sorvete possui três fases em sua estrutura, sendo uma fase líquida, composta por solução de açúcares e hidrocolóides, uma fase sólida composta pelos cristais de gordura e gelo e uma fase gasosa, composta pelas bolhas de ar presas na matriz (Cheng *et al.*, 2020; Santos, 2020.).

A presença de lactose no produto pode causar mal-estar e problemas gastrointestinais em consumidores com deficiência da enzima lactase (Aboufazi; Baba; Misran, 2015). Para contornar o problema, esses consumidores mudaram o seu padrão de consumo para sorvetes sem ingredientes lácteos em sua composição (Pinto *et al.*, 2012).

Com o desenvolvimento da tecnologia de produção do sorvete ao longo dos anos, ingredientes adicionais, comumente chamados de aditivos, foram adicionados para contribuir para a textura suave e cremosa desejável sem a sensação de grandes cristais de gelo (Góral *et al.*, 2018; Monié *et al.*, 2023). Os hidrocolóides são biopolímeros comumente utilizados em formulações de sorvetes como estabilizantes que podem ser quimicamente ou enzimaticamente modificados para melhorar suas propriedades reológicas (Feizi *et al.*, 2021).

Estão presentes ainda na formulação de sorvetes estabilizantes e/ou emulsificantes, que têm a função de manter a fase aquosa e gordurosa misturadas (Cheng *et al.*, 2020; Góral *et al.*, 2018). Durante sua conservação, os sorvetes estão sujeitos a sofrerem flutuações de temperatura, que podem ocasionar o crescimento dos cristais de gelo ou sua recristalização, o que possibilita o desenvolvimento de características não desejáveis para o produto. Dessa forma, os estabilizantes seriam utilizados para evitar essas alterações na estrutura do sorvete no processo de conservação (Belchior, 2009).

Os emulsificantes são componentes fundamentais em muitas formulações do produto. Já que os sorvetes apresentam uma fase lipofílica e uma fase hidrofílica, para garantir a homogeneidade do produto, muitas vezes faz-se necessária a utilização de agentes emulsificantes. Esses agentes atuam reduzindo a tensão interfacial entre as duas fases da emulsão, estabilizando a mistura e permitindo a

formação de espuma (ar em suspensão) e, a depender da composição do sorvete, podem desempenhar papel fundamental na textura final do produto. Este é um campo vasto de estudo para substituição por agentes de origem não sintética por ingredientes *clean label* (Mosquim, 1999; Loffredi, 2023).

3.2 “Leites” Vegetais

3.2.1 Definição de “leite” vegetal

“Leites vegetais” ou bebidas vegetais semelhantes ao leite, são extratos hidrossolúveis originados de diversas matérias-primas como coco, amêndoas, castanhas, arroz, aveia, soja entre outros obtidos por processo adequado (Brasil, 2000). Contêm em sua composição concentrações relevantes de proteínas, gorduras e minerais, sendo considerados alimentos de bom valor nutricional (Ayadar *et al.*, 2020). Após as castanhas passarem por etapas como: retirada da película, moagem, extração, filtração da parte sólida, formulação e tratamento térmico, se tornam bebidas de origem vegetal (Machado, 2017).

O termo “leite vegetal”, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), não é apropriado às bebidas vegetais que visam a substituição do leite animal, pois a denominação “leite” deve ser utilizada exclusivamente para o produto extraído integralmente de um animal (vaca, cabra, búfala ou ovelha), tampouco a ANVISA apresenta alguma resolução que define essas bebidas vegetais.

Na Resolução Nº 218, de 29 de julho de 2005 da ANVISA, o órgão dispõe sobre alimentos e bebidas preparados com vegetais e os define como substâncias ou mistura de substâncias obtida da polpa ou de outras partes de vegetais, acrescida ou não de outros ingredientes, destinada ao consumo. Entram na mesma categoria: Água de coco, caldo de cana e batidas de frutas. Dessa forma, o trabalho se refere aos extratos hidrossolúveis da castanha-de-caju e castanha-do-Brasil pela denominação comum de leites vegetais (sem aspas), mesmo não estando de acordo com as normas vigentes.

Apenas o Leite de coco recebe esta denominação devido a questões culturais relacionadas ao uso e comercialização do produto e assim é apoiada por legislação própria que define e fixa padrões de identidade e qualidade, a RDC nº 83 de 15 de setembro de 2000 (Brasil, 2000).

3.2.2 Aspectos comerciais

O mercado de leite a base de plantas está em ascensão pela mudança de atitude do consumidor em relação ao leite de vaca, principalmente após o aumento de informações sobre a intolerância à lactose e a incidência generalizada de alergia ao leite de vaca. Entre os anos de 2009 e 2015, o mercado de leites vegetais praticamente dobrou em países estrangeiros, como a Irlanda (Walsh, 2017).

Tendências atuais como o veganismo, preocupação com o bem-estar animal e com a prosperidade do meio ambiente apresentam reflexos no mercado alimentício e são fatores que impulsionam o consumo desse tipo de produto (HRA *Food and Drink*, 2017).

Entre 2010 e 2020, o número de consumidores de produtos veganos aumentou em 360%. No ano de 2017 o Brasil possuía 8% de consumidores veganos e vegetarianos, ficando na frente de países como a Irlanda (6%) e Austrália (5%). Segundo estudos, em 2018 aproximadamente 30 milhões de brasileiros (14% da população) alegavam ser vegetarianos, mostrando um crescimento desta tendência no país (Pereira Filho, 2020).

3.2.3 Castanha-do-Brasil

As nozes de árvores estão amplamente difundidas em dietas ao redor do mundo. Algumas, como a castanha-do-Brasil, possuem propriedades clínicas com efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios e potencialmente antitumorais (Rusu *et al.*, 2019). No Brasil, o fruto da *Bertholletia excelsa*, conhecida como castanha-do-Brasil ou castanha-do-Pará, apresenta uma matriz complexa, com aproximadamente 60% de fração lipídica e rica em substâncias bioativas, como selênio, α e γ -tocoferóis, compostos fenólicos, folato, magnésio, cálcio, proteínas, ácidos graxos monoinsaturados (correspondente a 25% de sua composição) e ácidos graxos poli-insaturados (equivalente a 21% de sua composição), além de apresentar uma média de 15% de ácidos graxos saturados (Ros, 2009; Cardoso *et al.*, 2017).

A elevada concentração de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados nesses alimentos é potencialmente benéfica para o sistema cardiovascular, principalmente quando comparado às dietas ricas em ácidos graxos essenciais e podem ser exploradas na formulação de produtos alimentícios que visam a saúde

(Gomes *et al.*, 2019). Muitos mecanismos indicam que os ácidos graxos poli-insaturados têm efeitos na modulação de vias que podem influenciar o perfil lipídico (Hou *et al.*, 2021), por exemplo, diminuindo a síntese de lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) e ainda ter efeitos de redução de dano oxidativo (Evert *et al.*, 2013, Costa e Silva *et al.*, 2020; Macan *et al.*, 2024). Além das características nutricionais, o leite de castanha-do-pará possui um sabor agradável, tendo boa receptividade pelos consumidores. Porém, a quantidade de cálcio ainda é inferior em relação ao leite de vaca (Abath, 2013; Paiva *et al.*, 2023).

Óleos comestíveis com alto grau de insaturação (acima de 80%) comumente são mais suscetíveis a sofrerem o processo de oxidação lipídica, principalmente com o aumento da temperatura. O óleo de castanha-do-Brasil mostra uma estabilidade oxidativa relativamente baixa. Por esse motivo, recomenda-se a sua utilização em processos que envolvem temperaturas mais baixas para evitar a degradação destes compostos (Kluczkovski, 2021). Desta maneira, produtos gelados e que não envolvam etapas de aquecimento em sua produção, como os sorvetes, seriam ideais para preservar a estabilidade do óleo extraído da castanha-do-Brasil.

3.2.4 Castanha-de-caju

Outra árvore bastante popular, a *Anacardium occidentale* L., também conhecida como cajueiro, fornece a castanha-de-caju, um fruto com bom teor lipídico. O cajueiro adapta-se melhor às regiões costeiras, com destaque para o nordeste brasileiro, fazendo parte da vegetação local. Na parte mais interna da castanha está localizada a amêndoa, constituída de dois cotilédones carnosos e oleosos, de onde se é obtido o extrato líquido (leite vegetal) (Mazzetto, 2009).

A castanha-do-caju é considerada um fruto de elevado valor nutricional pois é rica em ácido oléico (ω -9), correspondendo de 59% a 61% de sua composição lipídica e ácido linoléico (ω -6), que compõe de 16% a 20%. O ácido linoléico é especialmente desejável pois é um ácido graxo essencial que não pode ser produzido pelo corpo humano, de forma que sua obtenção se dá principalmente através da alimentação. Esse composto é extremamente importante para o desenvolvimento e manutenção do sistema nervoso central e funções psicológicas nos humanos. Já o ácido oléico atua diminuindo as lipoproteínas de baixa densidade (colesterol LDL) no organismo (Soares, 2013).

Apresenta-se em revisão da literatura recente, a castanha-de-cajú além do conteúdo nutricional rico é considerada como fonte de compostos bioativos, especialmente como fonte promissora de fenólicos, porém apesar do vasto número de estudos ainda é pouco explorada em estudo para aplicação da indústria de alimentos e farmacêutica (Sruthi; Roopavathi; Naidu, 2023; Sruthi; Naidu, 2023).

Morais (2009), após a elaboração de uma bebida à base de amêndoa de castanha de caju, considerou que tal extrato apresentou caracterização físico-química e nutricional compatível com o leite bovino, exceto quanto ao teor de cálcio, sendo uma boa opção para substituir o leite animal por um produto alimentar. Vários testes sensoriais foram realizados e o extrato hidrossolúvel da amêndoa de castanha-de-caju apresentou bom desempenho, indicando o potencial para sua comercialização (Mesquita, 2017).

Quando utilizada bebida de castanha de caju para base de fermentação de kombucha e kefir, foi evidenciado desempenho adequado para fermentação com redução de oligossacarídeos (capaz de evitar desconfortos intestinais), possível atividade probiótica no kombuchá e características sensoriais que podem ser exploradas pela gastronomia e indústria alimentícia, com implicações positivas para o uso dessa matriz que incluem: Melhoria da qualidade nutricional, novas opções para pessoas com intolerâncias ou alergias alimentares e um novo sabor de bebida (Araújo Filho *et al.*, 2023).

Estudo recente realizado no Brasil evidenciou efeitos benéficos no consumo de castanha-do-Brasil e castanha-de-caju na saúde intestinal (microbiota intestinal) e também com repercussões sobre a perda de peso, quando associadas a dietas com restrição calórica (Silveira *et al.*, 2024) o que demonstra que esses alimentos podem ser utilizados na elaboração de alternativas a alimentos convencionais com maior poder nutricional e bioativo.

3.3 Emulsificantes e estabilizantes

3.3.1 Definição e funcionalidade

No Brasil, a regulamentação de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia é guiada pela Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997 – ANVISA, e esta define *Emulsionante/Emulsificante* como a substância que torna possível a

formação ou manutenção de uma mistura uniforme de duas ou mais fases imiscíveis no alimento, e *Estabilizante* como a substância que torna possível a manutenção de uma dispersão uniforme de duas ou mais substâncias imiscíveis em um alimento (Brasil, 2000).

Os emulsificantes são moléculas que contêm uma parte hidrofílica e outra hidrofóbica em sua estrutura. Dessa forma, podem atuar reduzindo a tensão superficial ou a força que existe entre as duas fases de uma emulsão, o que estabiliza a mistura e facilita a formação de espuma (Mosquim, 1999).

Já os estabilizantes são substâncias que atuam na manutenção de uma dispersão uniforme entre duas ou mais substâncias imiscíveis em um alimento (Brasil, 1997). Uma de suas principais funções é impedir o desenvolvimento de cristais de gelo, garantindo mais suavidade e uniformidade no corpo e textura do produto, além de conceder uma maior resistência ao derretimento (Valentim; Santos, 2012).

Na formulação de sorvete, os emulsificantes são utilizados para garantir a uniformidade durante o batimento, moderar a aglomeração e o reagrupamento da fase gordurosa durante a etapa de congelamento e facilitar a incorporação e distribuição das bolhas de ar no corpo do produto, produzindo um sorvete com textura cremosa característica (Souza *et al.*, 2010).

3.3.2 Gel de linhaça

A *Linum usitatissimum* L., popularmente conhecida como linhaça, é uma semente proveniente da Ásia e Europa e sua utilização data de milênios no passado, em que era empregada como matéria prima da fibra de linho. Possui sabor e aroma de nozes, motivo pelo qual pode ser adicionada (em sua forma integral ou moída) a diversos produtos alimentícios, como bolos, biscoitos e pães (Morris, 2001).

Sobre sua composição no quesito proteínas a linhaça pode ser comparada à soja quando se avalia os aminoácidos essenciais, pois apresenta um elevado teor de arginina, leucina, ácido aspártico e glutamina. É composta por uma fração de 35% de lipídios e 30% de proteínas (Franco, 2017). De acordo com Monego (2009), a semente de linhaça é uma fonte de compostos fenólicos como as ligninas, que apresentam funções antioxidantes e anti-carcinogênicas para os humanos.

Adicionalmente, a linhaça constitui uma das fontes vegetais com maior teor de ácido alfa-linolênico (ômega-3), que é um ácido graxo essencial que não pode ser sintetizado pelo corpo humano, fazendo-se necessária sua ingestão através da alimentação. Vários benefícios do ômega-3 no organismo já são descritos na literatura, como a diminuição da resposta inflamatória, atenuação dos triglicerídeos plasmáticos e redução da coagulação sanguínea (Silva, 2021). O grão chegou a ser eleito pelo *National Cancer Institute* (NCI) como uma das seis principais sementes visadas pela indústria para a prevenção do câncer (Oomah; Mazza, 2000).

As principais fontes de ômega-3 são de origem animal, principalmente oriundas da carne, vísceras e óleos dos peixes. Portanto, para as pessoas adeptas a uma dieta vegana, o consumo da linhaça pode ser uma alternativa viável para obtenção desse ácido graxo essencial de uma fonte vegetal (Novello; Pollonio, 2011; Yang *et al.*, 2021).

Uma revisão recente aponta a linhaça como uma fonte de perfil “holístico nutricional” e a torna uma fonte dietética notável a ser adicionada, tornando-a uma aliada no controle de peso, na regulação da pressão arterial e na redução do risco de câncer e inflamação (Shahada; Morya; Awuchi, 2024).

A linhaça contém ainda em torno de 30% de fibras compostas por diferentes açúcares de cadeia longa. Por influência dessa estrutura, uma mistura das sementes de linhaça moídas e água é capaz de produzir um gel espesso que pode atuar como emulsificante e estabilizante de espumas (Mcgee, 2017). A mucilagem formada, também chamada de gel, apresenta alto valor para a indústria alimentícia dado o seu potencial como hidrocolóide e alta viscosidade em soluções aquosas (Monego 2009).

A mucilagem da linhaça é caracterizada como uma mistura de arabinosilanos neutros e polissacarídeos contendo ramnose ácida (Warrand *et al.*, 2005). A proporção de polissacarídeos ácidos para neutros na linhaça pode variar substancialmente com sua origem. A proporção de ramnose para xilose, que indica aproximadamente a proporção de polissacarídeos ácidos para neutros, pode variar (Wu *et al.*, 2010). Foi demonstrado que o principal polissacarídeo (75%) da mucilagem da linhaça é um polímero neutro com peso molecular de aproximadamente $1,2 \times 10^6$ g/mol (Warrand *et al.*, 2005).

Os dados sobre a composição química da mucilagem de linhaça mostram que ela pode ser considerada como um hidrocolóide alimentar (Troschynska *et al.*, 2022).

Foi demonstrado que a mucilagem da linhaça pode ser usada como espessante, pois sua viscosidade aparente se ajustou bem ao modelo da Lei de Potência (Cui e Mazza, 1996, Wu *et al.*, 2010), agente gelificante (Chen *et al.*, 2006) e tem propriedades de formação de espuma restritas (Khalloufi *et al.*, 2009).

O uso da mucilagem de linhaça com outros hidrocolóides também apresenta diversas vantagens. Por exemplo, Chen *et al.* (2006) mostrou que a adição de goma de linhaça ao gel de carragenina diminui a sinérese do gel. A viscosidade aparente do amido de milho nativo aumenta com o aumento da concentração de mucilagem de linhaça (Wang *et al.*, 2008). A depender do pH, podem haver variações quanto a extração de mucilagem de linhaça quando comparados rendimento de mucilagem e teor de fibras, e a extração em pH básico apresentou maior qualidade em relação ao meio ácido e neutro (Rocha *et al.*, 2021).

Diversos estudos já foram realizados para avaliar a aplicabilidade da mucilagem de linhaça na área alimentícia (Lira *et al.*, 2023) em diferentes produtos, como requeijão, bebida láctea sabor chocolate, massa de macarrão e até mesmo outras formulações experimentais de sorvete, utilizando inhame e creme de leite de soja (Alves, 2013; Silva, 2017; Dantas, 2018; Almeida, 2019).

3.4 Dietas alternativas e restrições alimentares

3.4.1 Veganismo

Uma dieta vegana é definida pelo não consumo de qualquer tipo de carne, incluindo aves, peixes e crustáceos, além de produtos lácteos, ovos e qualquer produto que seja proveniente de origem animal, como o mel (Allende, 2017). Estudos indicam que o número de adeptos a essa dieta cresceu nos últimos anos e a tendência é de que continuem crescendo, principalmente nas sociedades ocidentais (Gheihman, 2021)). Segundo Judge e Wilson (2015), o veganismo transcende um hábito alimentar e torna-se uma filosofia de vida que une várias causas, como a luta pelo bem-estar animal, a alimentação saudável e a preservação do meio ambiente.

Existem diversos efeitos benéficos para a saúde já constatados em estudos científicos para os adeptos da dieta vegana, tais como menor predisposição ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares (relacionados a menores

concentrações de colesterol e LDL séricos), manutenção do peso corporal e diminuição do risco de desenvolver doenças crônicas (Rajaram, 2000; Craig, 2009). Entre as recomendações de consumo para os veganos estão o aumento da ingestão de selênio, zinco, cálcio, ferro e proteínas (Elorinne, 2016).

Acompanhando o perfil desses consumidores, a ascensão de produtos veganos vem ocorrendo de forma acelerada com notória expansão desse mercado, que cresce cerca de 40% ao ano. Apesar de nichado, o comércio de produtos veganos é um mercado crescente que propicia a criação de diversos tipos de produtos e serviços (Habib *et al.*, 2024). Os investimentos nessa nova produção alimentícia é uma característica cada vez mais evidente e que não pode ser ignorada (Ribeiro, 2020).

Estudos recentes demonstraram que alimentos rotulados como saudáveis e sustentáveis possuem maior probabilidade de serem escolhidos pelo consumidor e que a escolha por alimentos de origem vegetal em substituição ao de base animal é uma tendência crescente (Ruby; Graça; Olli *et al.*, 2024; Sleboda *et al.*, 2024). Os dados servem como base para impulsionar a pesquisa e inovação de novas formulações, ingredientes e produtos alimentícios (Arwanto *et al.*, 2022).

3.4.2 Doença celíaca

A doença celíaca (DC) é definida como uma doença autoimune em indivíduos com predisposição genética provocada pela ingestão de cereais que contenham glúten em sua composição. O tratamento da DC é primordialmente dietético e consiste na exclusão do consumo de glúten na alimentação (Sdepanian, 1999; Beppler, 2021). O consumo de glúten por celíacos pode prejudicar o intestino delgado e ao longo do tempo pode atrofiar e achatam as vilosidades das células enterais, o que limita a área disponível para a absorção de nutrientes (Thompson *et al.*, 2005; Fenacelbra, 2021). A forma clássica da doença manifesta-se por sintomas como: Diarreia, constipação crônica, anorexia, vômitos, comprometimento do estado nutricional e anemia ferropriva (Rauen, 2005; Beppler, 2021). A prevalência é estimada em cerca de 1% – as taxas baseadas apenas na sorologia são superiores às dos estudos de biópsia do intestino delgado sendo um dos distúrbios alimentares mais comuns ao longo da vida (Singh *et al.*, 2018).

O tratamento da DC é primordialmente dietético e consiste na exclusão do consumo de glúten na alimentação (Sdepanian, 1999). O consumo de glúten por celíacos pode prejudicar o intestino delgado e ao longo do tempo pode atrofiar e achatar as vilosidades das células enterais, o que limita a área disponível para a absorção de nutrientes (Thompson *et al.*, 2005). A forma clássica da doença manifesta-se por sintomas como: Diarreia, constipação crônica, anorexia, vômitos, comprometimento do estado nutricional e anemia ferropriva (Jansson-Knodell; Rubio-Tapia, 2023).

A DC é um distúrbio mais comum no Brasil do que previamente era suposto e, assim como em outros países, pode permanecer sem diagnóstico por um elevado período de tempo (Pratesi, 2005; Campos *et al.*, 2022). Embora, os dados estatísticos oficiais no Brasil sejam desconhecidos, estima-se que 300 mil brasileiros sejam portadores da doença (Sdepanian, 1999; Muniz, 2016). De acordo com Pratesi *et al.* (2005) foi encontrada uma incidência de 2,11:1.000 para adultos e de 5,44:1.000 para crianças, o que conclui que a DC não é uma doença rara no Brasil.

Apesar do consumo de alimentos isentos de glúten seja estritamente necessário para a população portadora de DC, a busca por esse tipo de produto tem ganhado popularidade entre indivíduos não acometidos por esse quadro clínico (Rostami *et al.*, 2017). Um estudo realizado por Galleazzi *et al.* (2021) aponta que as principais causas de transgressões alimentares estão relacionadas com a falta de alguns alimentos comuns no cotidiano das pessoas portadoras da DC.

Embora o glúten não seja um componente básico dos sorvetes, muitas formulações desse produto comercial apresentam o ingrediente em sua composição, estando presente em componentes como espessantes, corantes e flavorizantes, como xarope de malte, e sua presença ou ausência em um produto alimentício deve estar em destaque no rótulo (Juvela, 2021).

3.4.3 Intolerância à lactose e alergia às proteínas do leite

A alergia à proteína do leite é uma reação de hipersensibilidade desenvolvida pelo organismo, dependente de elementos do sistema imunológico e provocada pela ingestão de frações de proteínas do leite, porém não pela lactose (Nickas *et al.*, 2011) A alergia à proteína do leite pode ser classificada como: Mediadas por IgE, não mediadas por IgE e reações mistas e cada uma delas apresenta manifestações

clínicas e tempo de surgimento dos sintomas específicos. As proteínas do leite de vaca que estão atreladas mais comumente ao desenvolvimento de reações alérgicas são: α -lactoalbumina, β -lactoglobulina, globulina e albumina sérica bovina (Sicherer 2011; Oliveira, 2013). De maneira geral, as manifestações clínicas podem ocorrer minutos após a ingestão de produtos lácteos e os pacientes desenvolvem sintomas como urticária, prurido oral, sensação de sufocamento, edema lingual, náuseas, dor abdominal, cólicas, presença de sangue nas fezes, rinorreia e dispneia. O único tratamento eficaz para portadores da alergia ao leite de vaca é a dieta de exclusão devido ao risco de anafilaxia (Rocha Filho *et al*, 2014; Flom; Sicherer, 2019;Regula *et al.*, 2023).

Já a intolerância à lactose é uma reação adversa que não envolve o sistema imune, sendo sua principal causa a deficiência da enzima lactase, responsável por quebrar a lactose em dois açúcares simples: a glucose e a galactose (ANVISA, 2016). A lactose é o açúcar de maior concentração no leite de mamíferos (Misselwitz *et al.*, 2013). Em pessoas com deficiência da enzima lactase, a lactose não é digerida. A lactose não digerida aumenta a pressão osmótica, conduzindo fluidos para o lúmen do intestino delgado e, assim, estimulando o peristaltismo e com isso, esse conteúdo é transportado para a porção seguinte intestinal e acaba por ser fermentado por bactérias presentes no cólon que produzem gases, ácidos graxos de cadeia curta e compostos que acarretam alterações das funções digestivas (Gallo *et al.*, 2023). Sendo assim, os sintomas da intolerância à lactose incluem diarreia, flatulência, inchaço e cólicas intestinais após o consumo de produtos lácteos (DAI *et al.*, 2014).

A redução da expressão da lactase no lúmen intestinal após o desmame, por exemplo, é considerado um fenômeno geneticamente programado e irreversível em muitas populações. Portanto, a “deficiência de lactase” humana adulta não deve ser considerada uma doença, mas um padrão comum na fisiologia humana (Gallo *et al.*, 2023). Estima-se uma prevalência em torno de 57% em todo o mundo distribuída de forma desigual, chegando a 50% na América e quase 100% na África (Catanzaro; Sciuto; Marotta, 2021).

A terapia de reposição enzimática com lactase exógena ($+\beta$ -galactosidase), obtida de leveduras ou fungos, constitui uma possível estratégia para o tratamento da deficiência primária de lactose. O tratamento primário consiste em manejo dietético com a redução de consumo de produtos com lactose, e mais recentemente

a inclusão de alimentos de baixo teor de lactose ou de substitutos do leite por alimentos vegetais similares a fim de evitar perdas nutricionais nesta população (Li *et al.*, 2023).

Ambas as comorbidades apresentam uma incidência crescente ao redor do mundo e em alguns grupos étnicos, como os indianos, a prevalência da intolerância à lactose pode chegar a afetar até 40% dos adultos (Toméi, 2016). Apesar de apresentarem fisiopatologias distintas, as duas condições impactam diretamente o estilo de vida dos seus portadores de forma negativa, embora seus sintomas provocados se diferenciem com relação à gravidade (Toméi, 2016), mas acarretam danos a fisiologia intestinal e riscos de deficiência nutricional.

4 METODOLOGIA

4.1 Materiais e local de estudo

A linhaça, castanha-de-caju, castanha-do-Brasil e cacau alcalinizado 50% utilizados foram adquiridas em lojas comerciais especializadas em grãos e produtos naturais na cidade de Recife-PE.

Leite e creme de leite UHT, água mineral, emulsificante da marca *Selecta* (*Emustab* e liga neutra) e açúcar demerara foram adquiridos em supermercado na cidade de Recife-PE.

Os experimentos foram realizados no laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Departamento de Ciências Farmacêuticas – CCS, na Universidade Federal de Pernambuco no período de fevereiro a março de 2023.

4.2 Extração da mucilagem de linhaça

O gel de linhaça foi extraído seguindo uma metodologia adaptada de Fedeniuk *et al.* (1994). As sementes de linhaça foram adicionadas em água filtrada e esta foi levada a aquecimento sob agitação a uma temperatura de 100°C, com pH entre 6,0 e 7,0 na proporção de 1:10 (g/mL) de linhaça, durante 10 minutos. Em seguida, o gel obtido por esse processo foi separado das sementes com o auxílio de uma peneira enquanto o gel estava quente, para facilitar a separação.

4.3 Produção dos leites vegetais

Os leites vegetais foram produzidos a partir do método proposto por Montezana (2016), adaptado para atender a proposta do trabalho.

Os leites vegetais base para formulação do leite vegetal experimental foram formulados em duas diferentes concentrações: 1:2 (g/mL) e 1/4 (g/mL) para castanha-de-caju e castanha-do-Brasil. A razão para o uso de diferentes proporções é avaliar a interferência da concentração do extrato em relação às características sensoriais esperadas para um sorvete.

Para a formulação do sorvete, o leite vegetal experimental usado foi obtido a partir de uma mistura de leite de castanha-de-caju e leite de castanha-do-Brasil na

proporção de 1:1, partindo das concentrações de extração 1:2 e 1:4 previamente elaborados, respectivamente.

4.3.1 Produção do leite de castanha-de-caju e castanha-do-Brasil

As castanhas foram lavadas em água corrente e hidratadas através da imersão em água filtrada durante 6 horas. Logo após a etapa de imersão, passaram por um processo de drenagem. Elas seguiram para a etapa de desintegração, que é realizada com o auxílio de um liquidificador durante 5 minutos, em conjunto de água mineral, nas proporções de 1:2 (g/mL) e também para 1:4 (g/mL). Para o leite de castanha-de-caju, foi utilizada água à temperatura ambiente. Já para o leite de castanha-do-Brasil, utilizou-se água aquecida a 40°C para facilitar a extração. O produto obtido da etapa de desintegração foi filtrado com auxílio de uma peneira e o extrato hidrossolúvel é assim considerado como leite vegetal.

4.4 Produção dos sorvetes

A produção dos sorvetes foi realizada com uso de sorveteira automática com capacidade de 1L, equipamento *EOS Cheff Gourmet ESO01B*, com duração média de 60 minutos para obtenção dos sorvetes experimentais.

A formulação foi elaborada baseando-se nas informações designadas pelo próprio fornecedor do equipamento para a produção de um sorvete padrão. Desta forma, algumas concentrações ou ingredientes foram adaptados para atender os objetivos deste estudo em estudo piloto.

Para a produção dos sorvetes, foram utilizados quatro ingredientes básicos: Leite (responsável pelo conteúdo aquoso e lipídico, podendo ser de origem animal ou vegetal); Emulsificante (gel de linhaça ou composto industrial); Adoçante (açúcar demerara); Flavorizante (Pó de cacau 50%). Ainda foram formulados padrões zero sem adição de emulsificantes.

A formulação estabelecida preconizava que se deve utilizar 450 mL de leite bovino, 50 mL de creme de leite, 100 g de açúcar e 60 g de cacau (50%) em pó. Os ingredientes devem ser homogeneizados com o auxílio de um liquidificador e a mistura foi levada à sorveteira, onde se iniciou o processo de congelamento e aeração simultaneamente.

Dessa forma, para a produção dos sorvetes à base vegetal propostos pelo trabalho, foram utilizados 400 mL de leite vegetal (200 mL de leite de castanha-de-caju + de 200 mL de leite de castanha-do-pará), 50 g de gel de linhaça, 100 g de açúcar e 60 g de cacau (50%) em pó.

Já para a produção dos sorvetes de acordo com o padrão industrial, foram utilizados 400 mL de leite vegetal (200 mL de leite de castanha-de-caju + de 200 mL de leite de castanha-do-pará), 4 g de emulsificante industrial, 4 g de liga neutra para sorvetes, 100 g de açúcar e 60 g de cacau (50%) em pó.

Além disso, para cada formulação de sorvete foi realizada uma formulação idêntica, porém sem a adição de nenhum componente emulsificante, chamada de “padrão zero”, a fim de avaliar o impacto que cada emulsificante utilizado exerce sobre cada formulação (Quadro 1).

Quadro 1 - Formulações experimentais de sorvetes de base vegetal a partir de leite de castanhas e mucilagem de linhaça e sorvetes padrão.

Formulações		Leite vegetal (ml)	Leite Bovino (ml)	Creme de leite (g)	Mucilagem linhaça (g)	Emulsificante e liga neutra industrial (g)	Cacau 50% (g)	Açúcar (g)
Vegetal 1:2	A	400	-	-	50	-	60	100
	B	400	-	-	-	4g +4 g	60	100
	C	400	-	-	-	-	60	100
Vegetal 1:4	D	400	-	-	50	-	60	100
	E	400	-	-	-	4g +4 g	60	100
	F	400	-	-	-	-	60	100
Padrão	G	-	200	200	50	-	60	100
	H	-	200	200	-	4g +4 g	60	100
	I	-	200	200	-	-	60	100

Legenda: A, B, C = formulações com leite vegetal proporção 1:2; D, E, F = formulações com leite vegetal proporção 1:4; G, H e I = formulações com leite vaca.

Fonte: próprio autor (2024).

As formulações foram avaliadas e comparadas quanto a sua estabilidade, características físico-químicas e sensoriais, com o intuito de identificar qual formulação obteve o desempenho mais próximo do esperado para um sorvete.

4.5 Caracterização físico-química

A caracterização físico-química foi realizada tanto para os sorvetes (produto final) quanto para o extrato hidrossolúvel obtido do *blend* de castanhas e para o gel de linhaça. Foram realizadas análises de pH, acidez total titulável e teor de sólidos solúveis.

4.5.1 Determinação do pH

As medições do pH das amostras foram determinadas de acordo com os métodos do Instituto Adolfo Lutz (2008). O pH foi determinado por método potenciométrico, através da imersão do eletrodo no sistema coloidal. As amostras de sorvete foram derretidas e uma alíquota de 10 g de cada amostra foram homogeneizados em 100 mL de água destilada. As leituras foram realizadas em duplicata e os resultados apresentados são oriundos da média dos valores de cada leitura.

4.5.2 Teor de acidez total titulável

A determinação do teor de acidez total titulável e da acidez equivalente também seguiu a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). Amostras de 1 g foram diluídas em 50 mL de água destilada em um Erlenmeyer, com o acréscimo de duas gotas de fenolftaleína como indicador de pH. O procedimento foi realizado através de titulação com solução de NaOH a 0,1M padronizada com solução de Biftalato de potássio realizada em triplicata e os valores apresentados representam uma média dos três valores obtidos para cada titulação.

Para determinar o teor de acidez titulável, foi aplicada a seguinte fórmula:

$$\frac{V \times f \times 100}{P \times c} = \text{acidez em solução molar por cento } v/m$$

Em que: V = número de mL da solução de hidróxido de sódio 0,1M gasto na titulação; f = fator da solução de hidróxido de sódio; P = número de g da amostra usado na titulação; c = correção para solução de hidróxido de sódio.

4.5.3 Determinação do teor de sólidos solúveis totais

As leituras do teor de sólidos solúveis expressas em grau Brix (°Brix) foram realizadas através de refratometria, utilizando um refratômetro óptico portátil, corrigido para 25°C. O aparelho foi calibrado à temperatura ambiente com água destilada (Índice de refração = 1,3330 e 0° Brix a 25°C) e procedeu-se às leituras das amostras.

4.6 Análise de característica de estabilidade tecnológica

4.6.1 Taxa de derretimento

A medição da taxa de derretimento foi avaliada através das características do perfil de derretimento dos sorvetes, aplicando o método de Javidi *et al.* (2016) com adaptações.

Inicialmente, 50 g de cada amostra congelada foi colocado sobre uma tela à temperatura ambiente de 25 °C, para que as amostras entrassem em fusão. O volume drenado (massa derretida) foi medido em função do tempo (g/min). O ensaio foi realizado no decorrer de 60 minutos. O peso do sorvete derretido foi observado e registrado a cada 5 minutos, até o fim do ensaio.

Para descrever o comportamento de fusão, foram avaliadas três principais características: o primeiro tempo de gotejamento (minuto), a taxa de derretimento (g/minuto) e o peso final (g) do sorvete derretido.

A taxa de derretimento foi calculada usando a seguinte equação:

$$\text{Taxa de derretimento} = m1 \times 100 \div m2$$

Em que: m1 = massa de sorvete derretida (g); m2 = massa de sorvete colocada sobre a tela.

4.7 Avaliação de aspectos sensoriais

Os sorvetes obtidos em laboratório foram avaliados de acordo com suas características organolépticas que revelam os aspectos sensoriais, como cor, sabor, textura, areosidade e untuosidade (oleosidade) e expressos de forma descritiva.

4.8 Determinação da informação nutricional

A informação nutricional foi calculada baseando-se nas regras vigentes da no Brasil sobre rotulagem de alimentos e a RDC nº 429 de 08 de outubro de 2020 e IN 75/2020 - ANVISA (Brasil, 2020). As informações nutricionais de cada ingrediente utilizado na formulação foram ajustadas para a quantidade do ingrediente utilizado e a porção (em gramas) do produto final. A tabela nutricional foi elaborada para as duas formulações realizadas com os ingredientes a serem testados (leites vegetais e gel de linhaça) e para a formulação padrão com leite de animal.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A princípio, duas formulações de sorvetes foram realizadas em teste piloto com o intuito de avaliar se os métodos de extração do gel de linhaça e a produção dos leites vegetais eram eficazes. A primeira formulação utilizou um leite de castanha-de-caju comercial de concentração desconhecida e gel obtido de linhaça. Foi observado que essa formulação não apresentava as características sensoriais desejadas, pois performou um rápido derretimento e pouco conteúdo sensorial, além da textura ser inconsistente e demasiado aquosa. Isto pode ser explicado pela concentração desconhecida do extrato comercial, impactando na proporção de constituintes importantes para a textura do sorvete como a gordura e água, resultando num produto com baixa consistência, pouco firme e que não manteve a estrutura aerada na formulação, características importantes do sorvete.

Na segunda formulação piloto, foram utilizados leites vegetais produzidos experimentalmente, na proporção de 1:2 (g/mL), com 50 g do gel de linhaça. Esta formulação apresentou consistência mais firme e sabor mais pronunciado quando comparada à primeira formulação teste. Isso se deve ao possível aumento do teor lipídico dessa formulação em relação ao “leite de castanha comercial” da primeira formulação, além do acréscimo das fibras das castanhas que remanesceram no extrato hidrossolúvel das castanhas experimental, ou seja, no teor de sólido solúveis e na textura do produto final.

A realização dessas formulações testes foram de grande importância para auxiliar a definir os parâmetros a serem utilizados durante as extrações do gel de linhaça e dos leites vegetais, além de elucidar a influência dos ingredientes utilizados para cada formulação. Ao final das formulações testes, deu-se início ao processo de fabricação das formulações que de fato foram propostas na metodologia deste trabalho.

5.1 Caracterização físico-química

A tabela 1 apresenta os dados referentes a caracterização físico-química dos ingredientes base usados para a formulação de sorvete *plant based* quanto a pH, acidez total titulável (ATT) e teor de sólidos totais (SS) (°Brix).

Tabela 1 - Valores de pH, acidez total titulável e teor de sólidos solúveis (°Brix) de extratos vegetais de castanha de caju e do Brasil e extrato de mucilagem de linhaça (X ± DP).

Amostras	pH	ATT (mEq)	°Brix
Leite de castanha de caju 1:2 (g/mL)	6,57 (± 0,30)	3,29 (± 0,51)	11,0
Leite de castanha de caju 1:4 (g/mL)	6,64 (± 0,24)	2,19 (± 0,21)	6,0
Leite de castanha do Brasil 1:2 (g/mL)	7,14 (± 0,38)	1,09 (± 0,17)	6,0
Leite de castanha do Brasil 1:4 (g/mL)	7,31 (± 0,28)	1,09 (± 0,19)	4,0
Mucilagem de linhaça 1:10 (g/mL)	6,84 (± 0,32)	5,49 (± 1,25)	1,0

Fonte: Autor (2024).

O pH dos leites vegetais produzidos variam entre levemente ácidos ou neutros (Tabela 1). Embora os leites vegetais analisados por este trabalho tenham apresentado o pH mais elevado aos encontrados por Sousa *et al.* (2021), para leites de coco industrializados os valores de pH dos leites de castanha-de-caju e castanha-do-Brasil foram bem próximos aos encontrados por Silva *et al.*, (2018) para leite de amêndoas de bocaiuva e castanha-do-Brasil, o que é um indicativo que os leites analisados são seguros para consumo e possuem valores de pH próximos da neutralidade.

Em relação aos valores de acidez, os valores obtidos caracterizam o produto como de baixa acidez. Para o leite de coco, a RDC nº83/ 2000 Anvisa recomenda valores máximos de ATT de 5,0%, assim, tomando por base os valores obtidos estão dentro do que seria aceitável e configuram um parâmetro de caracterização dessas matrizes (Brasil, 2000).

Não existem ainda parâmetros de identidade e qualidade produtos análogos de base vegetal, ou seja, produto alimentício formulado com matéria-prima de origem vegetal, que guarda relação com o correspondente produto de origem animal regulamentado pelo MAPA, e passou em consulta pública segundo a Portaria 831/2023 para regulamentação (MAPA, 2023). A consulta visa submeter a proposta de portaria para estabelecer os requisitos mínimos de identidade e qualidade para produtos análogos de base vegetal, a identidade visual e as regras de rotulagem para esses produtos.

A tabela 2 apresenta os valores de pH, ATT e SS (°Brix) para sorvetes padrão (base láctea) e experimentais com extrato vegetal de castanhas nas proporções de 1:2 e 1:4.

Verifica-se que os valores de pH apresentam-se próximo a neutralidade para todos os sorvetes. Em relação a acidez, percebe-se um percentual variando de 5 a 8% de ácidos totais.

Na legislação brasileira através da Portaria n° 379/ 1999 da Anvisa que institui o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis estabelece os valores mínimos para composição deste grupo de produtos (REF). E não são estabelecidos valores para características de pH e acidez de sorvetes, apenas para SS e sólidos de cacau, 28% e 3% respectivamente.

Tabela 2. Valores de pH, acidez total titulável e teor de sólidos solúveis (°Brix) para sorvetes padrão e vegetal a base de castanha de caju e do Brasil e extrato de mucilagem de linhaça ($X \pm DP$).

Formulações		pH	Acidez (mEq.)	°Brix
Vegetal 1:2	A	6,35 ($\pm 0,32$)	7,39 ($\pm 1,13$)	25
	B	6,46 ($\pm 0,34$)	5,37 ($\pm 0,97$)	20
	C	6,41 ($\pm 0,26$)	7,84 ($\pm 1,21$)	27
Vegetal 1:4	D	6,34 ($\pm 0,40$)	6,04 ($\pm 1,12$)	26
	E	6,41 ($\pm 0,28$)	7,39 ($\pm 1,34$)	30
	F	6,43 ($\pm 0,26$)	6,49 ($\pm 1,07$)	28
Padrão	G	6,45 ($\pm 0,30$)	8,06 ($\pm 1,45$)	22
	H	6,38 ($\pm 0,34$)	7,6 ($\pm 1,25$)	20
	I	6,35 ($\pm 0,28$)	7,1 ($\pm 1,03$)	21

Legenda: A = Sorvete com gel de linhaça 1:2 (g/mL); B = Sorvete com emulsificante industrial 1:2 (g/mL); C = Sorvete sem emulsificante 1:2 (g/mL); D = Sorvete com gel de linhaça 1:4 (g/mL); E = Sorvete com emulsificante industrial 1:4 (g/mL); F = Sorvete sem emulsificante 1:4 (g/mL); G = Sorvete com leite e gel de linhaça; H = Sorvete com leite e emulsificante industrial; I = Sorvete com leite e sem emulsificante.

Fonte: próprio autor (2024).

O estudo realizado por Da Silva Faresin *et al.* (2022) apresentou formulações de sorvetes experimentais com inulina e espirulina com pH que variaram entre 6,69 a 7,26, assemelhando-se ao que foi encontrado neste trabalho. Em estudo de Feizi, Goh e Mutukumira (2021) com sorvetes de base láctea, com uso de mucilagem de chia como agente estabilizador, verificou que o pH de todas as formulações de sorvete variou de 6,50 a 6,59 e a presença da mucilagem não afetou a acidez. Portanto, é possível inferir que o pH das formulações em que se usa de base leites vegetais se caracterizam por possuírem pH pouco ácido.

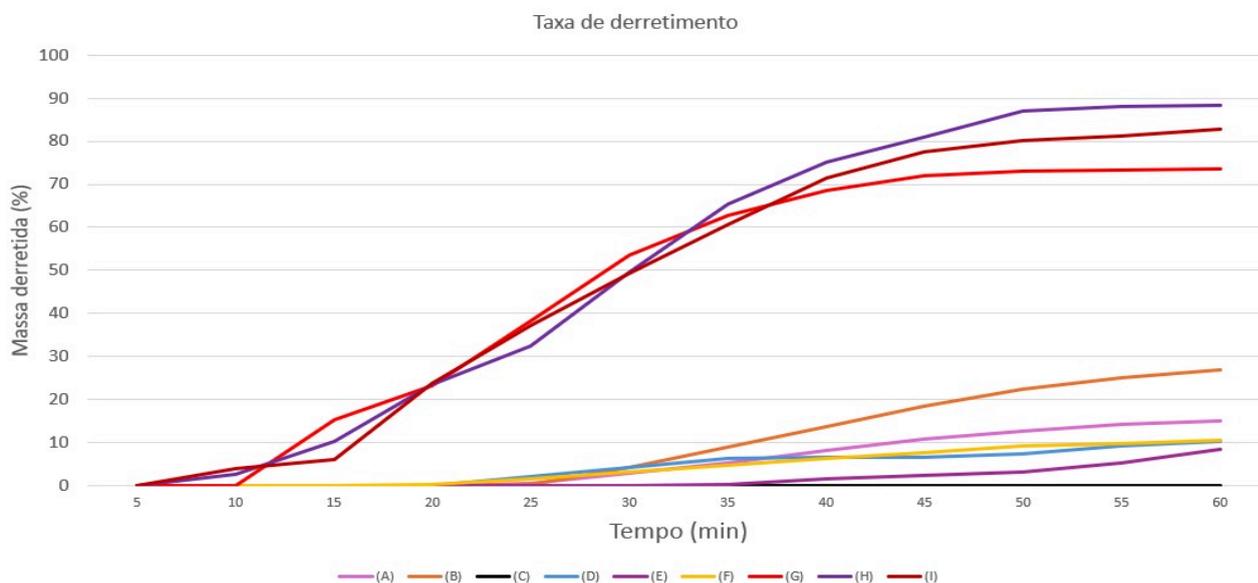
As formulações experimentais neste estudo apresentaram um alto teor de sólidos solúveis totais (Tabela 2) variando de 21 a 30°Brix, com valores maiores para as formulações contendo leite vegetal. Segundo a legislação de gelados comestíveis, o teor de SS preconizado para sorvete é de no mínimo 28°Brix, assim, apenas duas formulações (E e F) estão dentro do preconizado. Porém os produtos também podem ser enquadrados na categoria de “Sherbets” pelas características das formulações, que admite SS de no mínimo 20°Brix.

A ligeira redução de pH nas formulações (Tabela 2) se comparado a base láctea e do leite vegetal (Tabela 1) pode estar relacionada a escolha do flavorizante (cacau em pó) utilizado nos sorvetes. Estudo realizado por Silva *et al.* (2012) com chocolates em pó comerciais apresenta valores de pH para o cacau em pó que variam de 5,22 a 7,23, ou seja, indica que podem alterar o pH final de formulações.

5.2 Determinação da taxa de derretimento (taxa de fusão)

A taxa de derretimento das formulações de sorvete produzidas com os leites vegetais de castanha-do-Brasil e castanha-do-pará apresentaram uma curva de derretimento baixa quando comparadas às formulações contendo leite bovino (Figura 2), com derretimento de no máximo 30% em 60 minutos. Um estudo realizado por Nascimento *et al.* (2020) indica que as formulações ideais de sorvete iniciam sua fusão dentro dos primeiros 10 minutos, onde ocorre o primeiro gotejamento. Quando comparados ao estudo, os sorvetes com leite vegetal apresentam um tempo de fusão maior do que o ideal.

Figura 2: Taxa de derretimento (%) de sorvetes padrão e vegetal a base de castanha de caju e do Brasil e extrato de mucilagem de linhaça no tempo de 60min.



Legenda: A = Sorvete com gel de linhaça 1:2 (g/mL); B = Sorvete com emulsificante industrial 1:2 (g/mL); C = Sorvete sem emulsificante 1:2 (g/mL); D = Sorvete com gel de linhaça 1:4 (g/mL); E = Sorvete com emulsificante industrial 1:4 (g/mL); F = Sorvete sem emulsificante 1:4 (g/mL); G = Sorvete com leite de vaca e gel de linhaça; H = Sorvete com leite de vaca e emulsificante industrial; I = Sorvete com leite de vaca e sem emulsificante.

Fonte: Autor (2024).

As características de qualidade do sorvete, como taxa de fusão (derretimento), corpo e textura, bem como propriedades sensoriais são altamente afetadas pelos estabilizantes adicionados à mistura (Feize; Goh; Mutukumira, 2021).

O teste de fusão determina a capacidade do sorvete de resistir ao derretimento. Feize, Goh, Mutukumira (2021) verificaram que a adição de mucilagem de chia aos sorvetes reduziu a taxa de fusão, e aqueles que tinham maior concentração de mucilagem foram os mais resistentes ao derretimento e maior viscosidade, conforme também foi observado neste trabalho.

Como descrito anteriormente, alguns dos fatores que interferem no tempo de fusão e explicam esse resultado são a concentração e atividade do emulsificante utilizado, a proporção entre água e gordura e a incorporação de ar pela formulação.

A taxa de fusão também é afetada pela formação da estrutura gordurosa, pelo excesso e pelo tamanho dos cristais de gelo e isso afeta a taxa de transferência de calor em função da formação do volume de bolhas de ar e também dos glóbulos de

gordura presentes. Os tipos de gorduras usados em formulações de sorvetes, que são emulsões, afetarão essas propriedades e conseqüentemente essa característica de estabilidade que é a fusão.

Em contrapartida, os testes realizados com leite bovino apresentaram taxas de derretimento dentro do esperado para a composição da formulação mesmo com adição de mucilagem. Dessa forma, acredita-se que a composição de gorduras e formato de cristais formados com o congelamento podem ser o principal agente alterador das características de fusão dos sorvetes experimentais (Figura 2).

A distribuição do tamanho dos glóbulos de gordura fornece informações sobre o grau de agregação de gordura e/ou coalescência parcial nos sistemas de emulsão, como sorvete. A distribuição de pequenas células de ar estabilizadas por gordura parcialmente coalescida contribui para um sorvete duro com cremosidade desejável, aparência seca, retenção de forma, textura mais suave e fusão lenta (Mendez-Velasco; Goff, 2012).

Atalar *et al.* (2021) ao usar leite de avelã em sorvetes verificou que essa substituição provocou uma redução na taxa de fusão, ou seja, maior resistência ao derretimento, exibindo maiores valores de consistência com o aumento da concentração, rigidez do material, conteúdo fenólico total e atividade antioxidante devido ao uso dessa oleaginosa. Sorvetes podem ser veículos de nutrientes, mas também de compostos bioativos que beneficiem a saúde (Genovese *et al.*, 2022)

Destaca-se o desempenho da mucilagem de linhaça como emulsificante natural, apresentando resultados semelhantes ao emulsificante industrial na taxa de derretimento, o que releva a sua aplicabilidade promissora nesse tipo de produto (Figura 2). A formulações G utilizando o gel de linhaça em sorvetes de base de leite animal apresentou uma curva semelhante à formulação com emulsificante industrial, embora a massa final de derretimento seja menor com gel de linhaça, ou seja, apresentou maior estabilidade.

A capacidade dos hidrocolóides de aumentar a viscosidade e diminuir a mobilidade molecular foi correlacionada com o controle do crescimento de cristais de gelo durante o armazenamento e os resultados mostram que a adição de mucilagem contribuiu para uma maior viscosidade das misturas de sorvete, que é um dos principais atributos necessários para alcançar a funcionalidade desejada do sorvete (Bahram Parva; Goff, 2013).

Os estabilizadores em sorvetes conferem funções específicas e importantes, como aumentar a viscosidade da mistura de sorvete, aumentar a suavidade, melhorar a aeração, reduzir a recristalização do gelo e reduzir a taxa de colapso estrutural durante a fusão (Bahram Parva; Goff, 2013).

Portanto, mais estudos são necessários para avaliar qual a concentração ideal do emulsificante de linhaça, testes de reologia, viscosidade, textura e estudo de emulsões com tipos de gorduras diferentes e suas influências sobre as propriedades de sorvetes são necessários especialmente com uso de fontes de gorduras insaturadas.

5.3 Avaliação dos aspectos sensoriais

Nesta seção são descritas as características sensoriais observadas pelos pesquisadores para os sorvetes experimentais. Para este momento não foi realizado nenhum teste sensorial controlado, ou seja, trata-se de uma análise descritiva das características gerais apresentadas (tabela 3).

Tabela 3. Descrição das características sensoriais dos sorvetes padrão e experimentais a base de leite vegetal e mucilagem de linhaça.

Característica	Sorvetes experimentais								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Cor	Marrom escuro	Marrom escuro	Marrom escuro	Marrom escuro	Marrom escuro	Marrom escuro	Marrom claro	Marrom claro	Marrom claro
Sabor	Forte	Forte	Forte	Médio	Médio	Médio	Suave	Suave	Suave
Textura	Rígida	Rígida	Rígida	Rígida	Rígida	Rígida	Cremosa	Cremosa	Cremosa
Arenosidade	Média	Média	Média	Baixa	Baixa	Baixa	Nula	Nula	Nula
Untuosidade	Média	Média	Média	Baixa	Baixa	Baixa	Média	Média	Média

Legenda: A = Sorvete com gel de linhaça 1:2 (g/mL); B = Sorvete com emulsificante industrial 1:2 (g/mL); C = Sorvete sem emulsificante 1:2 (g/mL); D = Sorvete com gel de linhaça 1:4 (g/mL); E = Sorvete com emulsificante industrial 1:4 (g/mL); F = Sorvete sem emulsificante 1:4 (g/mL); G = Sorvete com leite de vaca e gel de linhaça; H = Sorvete com leite de vaca e emulsificante industrial; I = Sorvete com leite de vaca e sem emulsificante.

Fonte: Autor (2024).

A descrição dos aspectos sensoriais revelou que o sabor do cacau nas formulações era acentuado pelo sabor dos leites de castanha, principalmente o da castanha-de-caju (Tabela 3). O sabor do cacau e do leite de castanha-de-caju combinados, surpreendentemente, resultou em um sabor muito semelhante ao de canela, mesmo com a ausência desse ingrediente na formulação. De maneira geral, as formulações com os leites vegetais apresentaram um sabor mais intenso e amargo quando comparadas às formulações padrões com leite de vaca, que apresentaram sabor suave, achocolatado e adocicado.

Quanto à textura, as formulações vegetais apresentaram uma textura significativamente mais rígida do que as formulações com leite animal, corroborando com o que foi observado também sobre o derretimento desses sorvetes (Tabela 3). Possivelmente, essa característica é reflexo da interface entre a fase aquosa e a fase gordurosa da emulsão, que pode afetar a incorporação e retenção de ar pela formulação (Loffredi *et al.*, 2021).

Uma das principais funções do emulsificante na formulação é aumentar a desestabilização da gordura durante o processo de congelamento, o que favorece a coalescência parcial entre os glóbulos de gordura adjacentes, e resulta em uma estabilização das bolhas de ar com uma distribuição homogênea. Como consequência, o produto apresenta uma textura mais macia e suave e uma fusão lenta (Loffredi *et al.*, 2021). Entretanto, o uso excessivo de emulsificante também pode acarretar problemas tecnológicos, como o derretimento muito lento e modificações na textura do sorvete (Marshall *et al.*, 2003).

A RDC nº 3, de 15 de janeiro de 2007 estabelece as concentrações máximas de emulsificantes permitidas em sorvetes, que variam de 0,05% a 0,5% de acordo com o tipo de substância. Contudo, essa resolução não estabelece valores limites para a concentração de extrato de polissacarídeos hidrossolúveis, que são amplamente utilizados e bem aceitos na indústria de alimentos (Ferreira, 2009).

As formulações com leite industrial apresentaram uma textura mais macia e com maior incorporação de ar, o que resultou em um produto com características próximas do ideal para sorvete, ao contrário das formulações com o “leite” vegetal. Um resultado semelhante foi encontrado por Mizuta *et al.* (2017), no desenvolvimento de sorvete utilizando mucilagem de Psyllium, em que as amostras contendo um emulsificante experimental também apresentou uma menor taxa de derretimento.

Góral *et al.*(2018) ao usarem inulina e goma de alfarroba em sorvetes à base de leite de coco verificaram que a concentração destes estabilizantes afetou as características de fusão, porém não afetaram a dureza dos sorvetes. Atalar *et al.* (2021) ao incorporar leite de avelã até 75% nas formulações percebeu melhor percepção maior aceitação em parâmetros sensoriais, conferindo notas maiores e percepção de estrutura lisa, porém maior resistência à fusão com o aumento das concentrações. As substituições parciais foram mais bem aceitas que os padrões tanto para leite quanto para 100% de leite de avelã.

Sorvetes vegetais tendem a ter a percepção sobre sabor, cor e textura diferentes de sorvetes de base vegetal, especialmente se usados ingredientes emulsificantes vegetais, e a percepção pode ser influenciada tanto pela lista de ingredientes como pela composição do produto (Gorman; Moss, McSweeney, 2023).

O conteúdo relativamente elevado de gordura e açúcar em formulações de sorvete contribui para uma alta ingestão desses nutrientes e, conseqüentemente, aumento do risco de obesidade, incluindo obesidade infantil e problemas de saúde relacionados. Com isso há um aumento da procura por alimentos com baixas calorias e que possam ser fontes gorduras saudáveis e fibras e/ou ainda micronutrientes e compostos bioativos, portanto, à necessidade de desenvolver também gelados funcionais. Na verdade, os impulsionadores que motivam o desenvolvimento de gelados funcionais são as crescentes preocupações dos consumidores com a saúde e o interesse em novos alimentos que sejam adequados a um estilo de vida saudável (Genovese *et al.*, 2022). Dessa forma, investigações que possibilitem a inserção de produtos que beneficiem a saúde e que sensorialmente sejam bem aceitos devem ser estimuladas.

Fontes de gorduras insaturadas ricas em ácidos graxos essenciais apesar de interferirem na taxa de fusão podem ser ingredientes interessantes na substituição de gorduras saturadas de origem animal (Marín-Suárez *et al.*, 2016), contribuindo para ingestão desses nutrientes por idosos e crianças, e no uso de castanhas como proposto neste trabalho, ainda veicular proteínas e micronutrientes, além de possuírem potenciais efeitos bioativos benéficos como atividade antioxidante e anti-inflamatória (Genovese *et al.*, 2022).

Avaliações através de painel sensorial além de testes relacionados ao derretimento, capacidade de aeração, textura e cor precisam ser conduzidos para

identificar de forma mais precisa as características apresentadas de forma descritiva, a fim de aperfeiçoar os produtos desenvolvidos.

5.4 Informação nutricional dos sorvetes experimentais

As figuras 3, 4, e 5 representam a informação nutricional gerada para os produtos experimentais deste trabalho conforme o preconizado pela legislação brasileira, segundo a RDC nº423/2020 e IN nº 75/2020 da Anvisa. A intenção é identificar as características de composição nutricional a partir dos ingredientes usados nas diferentes formulações.

A composição base apresentada classifica os produtos experimentais como sorvetes segundo parâmetros de SS (28%), teor de proteínas (2,5g%) e gordura (3g%) e sólidos de cacau (min. 3g%), exceto o padrão que apresentou valores inferiores de proteína conforme a Portaria nº379/1999 Anvisa (Brasil, 1999).

Figura 3. Informação nutricional de sorvete experimental a base de leite vegetal (1:2) e mucilagem de linhaça (Sorvete A).

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL

Porções por embalagem:			
Porção: 60g ou 130ml (uma bola)			
	100g	60g	VD% *
Valor energético (Kcal)	190	114	5,7%
Carboidratos (g)	18	11	3,5%
Açúcares totais (g)	13	7,8	5,2%
Açúcar adicionado (g)	13	7,8	13%
Proteínas (g)	4,3	2,6	0,8%
Gorduras totais (g)	12	7,1	12%
Gorduras saturadas (g)	1,7	1,0	4,7%
Gorduras <i>trans</i> (g)	0,00	0,00	**
Fibras alimentares (g)	2,1	1,3	5,3%
Sódio (mg)	0,10	0,06	0,002%

* Percentual de valores diários fornecidos pela porção.

Figura 4. Informação nutricional de sorvete experimental a base de leite vegetal (1:4) e mucilagem de linhaça (Sorvete D).

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL

Porções por embalagem:

Porção: 60g ou 130ml (uma bola)

	100g	60g	VD% *
Valor energético (Kcal)	127	76	3,8%
Carboidratos (g)	16	9,4	3,1%
Açúcares totais (g)	13	7,8	5,2%
Açúcar adicionado (g)	13	7,8	13%
Proteínas (g)	2,6	1,5	0,5%
Gorduras totais (g)	6,4	3,8	6,9%
Gorduras saturadas (g)	0,96	0,58	2,6%
Gorduras <i>trans</i> (g)	0,00	0,00	**
Fibras alimentares (g)	1,7	1,0	4,3%
Sódio (mg)	0,05	0,03	0,001%

* Percentual de valores diários fornecidos pela porção.

Figura 5. Informação nutricional de sorvete padrão com mucilagem de linhaça (Sorvete G).

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL

Porções por embalagem:

Porção: 60g ou 130ml (bola)

	100g	60g	VD% *
Valor energético (Kcal)	170	102	5,1%
Carboidratos (g)	13	7,9	2,6%
Açúcares totais (g)	13	7,8	5,2%
Açúcar adicionado (g)	13	7,8	13%
Proteínas (g)	1,9	1,1	0,36%
Gorduras totais (g)	4,7	2,8	5,1%
Gorduras saturadas (g)	2,4	1,4	6,5%
Gorduras <i>trans</i> (g)	0,00	0,00	**
Fibras alimentares (g)	0,90 g	0,54 g	2,2%

Sódio (mg)	29,8 mg	17,88 mg	0,59%
------------	---------	----------	-------

* Percentual de valores diários fornecidos pela porção.

A informação nutricional dos dois sorvetes produzidos com leite vegetal (Figura 3 e 4) revelou que estes apresentam valores maiores de proteína e lipídeos em relação à formulação padrão. Isto se deve a composição base de cada formulação, uma vez que as oleaginosas possuem um teor maior de proteínas e principalmente de gordura se comparado ao leite animal (Taco, 2011). Dessa forma os extratos usados em concentrações maiores terão uma maior composição desses constituintes (Figura 4) (Cardoso *et al.*, 2017).

Quando comparadas ao sorvete padrão com leite animal (Figura 5), as formulações vegetais apresentam valor expressivo de fibras, podendo ser considerado fonte de fibra, além de redução do valor energético (Figura 4).

A formulação com leite animal apresentou uma quantidade significativamente maior de gorduras saturadas, característica esperada devido a composição base desse alimento. As castanhas são fontes de gorduras insaturadas e micronutrientes essenciais à saúde humana Wojdylo *et al.*, (2022) demonstra o alto teor de gorduras do tipo monoinsaturada de castanhas-de-caju, além de potássio e selênio. Destaca-se ainda alto teor de compostos fenólicos com potencial bioativo, devido principalmente à atividade antioxidante (Sruthi; Naidu, 2023).

Um estudo clínico randomizado recente verificou que o consumo de castanhas-de-caju não implicou em alterações dos níveis de lipídeos sanguíneos, pressão arterial e glicemia, ou seja, mesmo com composição mais rica em lipídeos, a qualidade deste não afeta negativamente o perfil lipídico de indivíduos (Baer; Novotny, 2019). Além disso, o consumo regular também não afeta a composição corporal segundo Jamshidi *et al.* (2021) em revisão sistemática com metanálise de ensaios clínicos randomizados.

Cardoso *et al.* (2017) ressalta os resultados positivos para saúde humana no consumo de castanhas-do-Brasil como a modulação do perfil lipídico sérico, melhora do sistema antioxidante e melhora da resposta antiinflamatória. Esses efeitos foram avaliados sob diferentes condições, como comprometimento cognitivo, dislipidemia, câncer e insuficiência renal.

Assim se ressalta o potencial uso dos leites vegetais de castanha-do-Brasil e castanha-de-caju como ingrediente para substituição em formulações originalmente

de leite animal, favorecendo uma composição mais rica nutricionalmente em formulações de sorvete.

6 CONCLUSÃO

Os “leites” vegetais de castanha-de-caju e castanha-do-Brasil apresentam como características pH próximo a neutralidade e baixa acidez, com sabor e aromas comuns dessas oleaginosas. A mucilagem de linhaça apresentou características de alta viscosidade aparente, pH próximo a neutralidade e teor interessante de acidez, perfil que também foi observado nas formulações de sorvete a base desses leites vegetais para esses parâmetros, embora não haja recomendações específicas nas normativas brasileiras.

Os sorvetes produzidos podem ser caracterizados como “sorvetes” conforme a legislação brasileira devido às características de teor de sólidos solúveis e proteínas não lácteas. Assim, os sorvetes atendem aos critérios básicos para configurarem um gelado comestível tipo sorvete. Os sorvetes vegetais apresentaram valores significativos para teor de proteínas e fibras, apesar do conteúdo elevado de gordura, estas se caracterizam por conterem teores elevados de gorduras poli-insaturadas, podendo ser importante veículo de ácidos graxos essenciais, minerais como selênio, potássio e vitamina E, além de outros compostos bioativos com atividades antioxidantes e anti-inflamatória.

A taxa de derretimento (fusão) foi afetada pela composição dos ingredientes vegetais, ou seja, apresentou valores maiores em relação ao sorvete padrão de leite animal. Porém a mucilagem de linhaça aplicada como substituto de emulsificante industrial parece não influenciar na taxa de derretimento, uma vez que se obteve uma taxa de derretimento semelhante em todos os casos, e mais especificamente para os sorvetes padrão.

As formulações vegetais propostas apresentaram taxa de derretimento com tempo relativamente extenso, além de apresentarem aspectos sensoriais, como textura excessivamente rígida, quando comparados às formulações padrão. Esta característica pode estar relacionada aos tipos de gorduras presentes nas matrizes que são majoritariamente insaturadas que podem interferir na formação da emulsão e capacidade de incorporação de ar. Dessa forma, faz-se necessária a realização de mais estudos envolvendo esses leites vegetais na produção de sorvetes para desenvolver um produto com características sensoriais que favoreçam a aceitação e o consumo.

O uso de gel de linhaça apresentou resultado satisfatório como potencial emulsificante natural, uma vez que apresentou resultados equivalentes aos do emulsificante industrial nas formulações, sendo um ingrediente promissor para ser utilizado em formulações inovadoras de sorvete. Ainda são necessárias análises específicas para caracterização da mucilagem, desde a composição até a caracterização dos seus componentes, além de novos testes para otimização da extração e concentração ideal do ingrediente na formulação.

Análises complementares como a composição das gorduras, características da emulsão formada, formato e tamanho dos cristais formados após o congelamento, avaliação da textura com o auxílio de um texturômetro e *overrun* dos sorvetes para quantificar o ar incorporado na massa poderiam auxiliar na compreensão dos impactos da utilização de leite vegetal e gel de linhaça para esse produto.

REFERÊNCIAS

- ABATH, Thaís Naves. **Substitutos De Leite Animal Para Intolerantes À Lactose**. 34 f. Monografia (Especialização) - Curso de Nutrição, Universidade de Brasília, Brasília - Distrito Federal, 2013.
- ABOULFAZLI, Fatemeh, Baba, Ahmad Salihin and Misran, Misni. **"The Rheology and Physical Properties of Fermented Probiotic Ice Creams Made with Dairy Alternatives"** International Journal of Food Engineering, vol. 11, no. 4, 2015, pp. 493-504.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Perguntas e respostas sobre Rotulagem de Alimentos Alergênicos**. Gerência de Avaliação de Risco e Eficácia para Alegações. Gerência Geral de Alimentos. Brasília, Distrito Federal, 2016.
- AKDENIZ, Vildan; AKALIN, A. Sibel. **New approach for yoghurt and ice cream production: High-intensity ultrasound**. Trends in Food Science & Technology, v. 86, p. 392-398, 2019.
- ALLENDE R., Diaz F., Agüero D., **Ventajas y desventajas nutricionales de ser vegano o vegetariano**. Revista chilena de nutrición, Santiago, v. 44, n. 3, p. 218-225, 2017.
- ALMEIDA, L., Issler, L., Petry, M., & Miotto Bernardi, D. **Sorvete Vegano Com Emulsificante De Linhaça**. *Fag Journal Of Health (FJH)*, 2019.
- ALVES, Larissa de Lima. Bazana, Rita Josiana. Chagas, Laiz Hedlund das. Silva, Leila Picolli da. **Utilização Da Goma De Linhaça Como Mimético De Gordura Em Especialidade Láctea Tipo Requeijão**. Anais Do Simpósio Latino Americano De Ciências De Alimentos. Anais Eletrônicos. Campinas, Galoá, 2013.
- ARAUJO FILHO, Antonio Augusto Lima. Sousa, Paulo Henrique Machado de. Vieira, Icaro Gusmao Pinto. Fernandes, Victor Borges. Cunha, Fernando Eugênio Teixeira. Magalhães, Francisco Ernane Alves. Silva, Larissa Moraes Ribeiro da. **Kombucha and kefir fermentation dynamics on cashew nut beverage (Anacardium occidentale L.)**. International Journal of Gastronomy and Food Science, v. 33, p. 100778, 2023.
- ARWANTO, Viviana. Buschle-Diller, Gisela. Mukti, Yayon Pamula. Dewi, Ardhia Deasy Rosita. Mumpuni, Christina. Purwanto, Maria Goretti Marianti. Sukweenadhi, Johan. **The state of plant-based food development and its prospects in the Indonesia market**. Heliyon, v. 8, n. 10, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE SORVETE. Disponível em: <https://www.abis.com.br/mercado/>. Acesso em: 04 de abril de 2023.
- ATALAR, Ilyas. Kurt, Abdullah. Gul, Osman. Yazici, Fehmi. **Improved physicochemical, rheological and bioactive properties of ice cream:**

Enrichment with high pressure homogenized hazelnut milk. International Journal of Gastronomy and Food Science, v. 24, p. 100358, 2021.

AYDAR, Elif Feyza; Tütüncü, Sena; Özçelik, Beraat. **Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects.** Journal of Functional Foods, v. 70, p. 103975, 2020.

AYDAR, Elif Feyza. Mertdinç, Zehra. Demircan, Evren. Çetinkaya, Sibel Koca. Özçelik, Beraat. **Kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) milk substitute as a novel plant-based drink: Fatty acid profile, antioxidant activity, in-vitro phenolic bio-accessibility and sensory characteristics.** Innovative Food Science & Emerging Technologies, v. 83, p. 103254, 2023.

BAER, David J. Novotny, Janet A. **Consumption of cashew nuts does not influence blood lipids or other markers of cardiovascular disease in humans: a randomized controlled trial.** The American journal of clinical nutrition, v. 109, n. 2, p. 269-275, 2019.

BAHRAMPARVAR, Maryam; Goff, H. Douglas. **Basil seed gum as a novel stabilizer for structure formation and reduction of ice recrystallization in ice cream.** Dairy Science & Technology, v. 93, p. 273-285, 2013.

BAPTISTA, Iuri Y. F. Schifferstein, Hendrik N. J. **Milk, mylk or drink: Do packaging cues affect consumers understanding of plant-based products?.** Food Quality and Preference, v. 108, p. 104885, 2023.

BEPPLER, Bianca Alves. **A Doença Celíaca revisada: uma abordagem atualizada sobre seus desafios e perspectivas.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade de São Paulo. SP, 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC Nº 83, de 15 de Setembro de 2000. **Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Leite de Coco.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2000.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC Nº 218, de 29 de julho de 2005. **Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Higiênicos Sanitários para Manipulação de Alimentos e Bebidas Preparados com Vegetais.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. **Aprova o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2003.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico: **Aditivos Alimentares - definições, classificação e emprego.** Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997. D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 28 de outubro de 1997.

BRASIL, **Manual de Segurança e Qualidade para a Produção Leiteira.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 60 pg.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária (SVS/MS). Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999. Dispõe sobre o **Regulamento Técnico referente a Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis**, constante do anexo desta Portaria.

BELCHIOR, Natália Cristina. **Sorvete**.. (Monografia – Graduação em Engenharia de Alimentos). UFLA, 2009.

BORTOLON, Daiane. **Receita de sorvete com base de castanha de caju**. Yamuna, 2021. Disponível em: <<https://yamuna.com.br/receita-de-sorvete-com-base-de-castanha-de-caju/>>. Acesso em: 02 de maio de 2023.

CAMPOS, Letícia Moraes. Ferri, Ana Laura Comin. Pereira Júnior, Eduardo Mendes Alves. Chueire, Ana Flávia Wendpap. **Sintomas e Diagnóstico da Doença Celíaca: uma revisão bibliográfica**. Research, Society and Development, v. 11, n. 14, 2022.

CARDOSO, Barbara R. Duarte, Graziela B Silva. Reis, Bruna Z. Cozzolino, Silvia M.F. **Brazil nuts: Nutritional composition, health benefits and safety aspects**. Food Research International, v. 100, p. 9-18, 2017.

CARVALHO, H.H.; Jong, E.V.; Belló, R.M.; Souza, R.B; Terra, M.F. **Alimentos: métodos físicos e químicos de análise**. Ed. Da Universidade, UFRGS, Porto Alegre, RS, 2002.

CATANZARO, Roberto; Sciuto, Morena; Marotta, Francesco. **Lactose intolerance: An update on its pathogenesis, diagnosis, and treatment**. Nutrition Research, v. 89, p. 23-34, 2021.

CHEN, Hai-Hua. Xu, Shi-Ying. Wang, Zhang. **Gelation properties of flaxseed gum**. Journal of Food Engineering, 2006.

CHEN, Hai-Hua. Xu, Shi-Ying. Wang, Zhang. **Interaction between flaxseed gum and meat protein**. Journal of Food Engineering, 2007.

CHENG, Jinju. Dudu, Olayemi Eyiuyo. Li, Xiaodong. Yan, Tingsheng. **Effect of emulsifier-fat interactions and interfacial competitive adsorption of emulsifiers with proteins on fat crystallization and stability of whipped-frozen emulsions**. Food hydrocolloids, v. 101, p. 105491, 2020.

CORREIA, Roberta Targino Pinto. Pedrini, Márcia Regina da Silva. Magalhães, Margarida Maria dos Anjos. **Sorvetes: Aspectos tecnológicos e estruturais**. Higiene alimentar, Vol. 21, nº 148. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN. 2007.

COSTA & Silva, L. M., Melo, M. L. P, Reis, F. V. F., Monteiro, M. C., Santos, S. M., Gomes, B. A. Q., And Silva, L. H. M. **Comparison of the effects of brazil nut oil and soybean oil on the cardiometabolic parameters of patients with metabolic syndrome: a randomized trial**. Nutrients, 12(1), 46, 2020.

CRAIG W., **Health effects of vegan diets**, The American Journal of Clinical Nutrition, v. 89, p. 1627-1633, 2009.

CUI W. Mazza, G. **Physicochemical characteristics of flaxseed gum**. Food Research International, 1996.

DAI, N.; Yang, J.; Fox, M.; Cong, Y.; Chu, H.; Zheng, X.; Long, Y.; Fried, M. **Lactose intolerance in irritable bowel syndrome patients with diarrhea: the roles of anxiety, activation of the innate mucosal immune system and visceral sensitivity**. Alimentary pharmacology and therapeutics, Oxford, v.39, n.3, p.302-311, 2014.

DANTAS, Fernanda Batista. **Estudo do efeito da adição de farinha e mucilagem de linhaça marrom como espessante de bebida láctea achocolatada**. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

DA SILVA Faresin, Larissa. Devos, Rafaela Julyana Barboza. Reinehr, Christian Oliveira. Colla, Luciane Maria. **Development of ice cream with reduction of sugar and fat by the addition of inulin, Spirulina platensis or phycocyanin**. International Journal of Gastronomy and Food Science, v. 27, p. 100445, 2022.

ELORINNE A., Alfthan G., Erlund I., **Food and Nutrient Intake and Nutritional Status of Finnish Vegans and Non Vegetarians**. PLoS ONE, v. 11, 2016.

EVERT, A. B.; Boucher, J. L. Cypress, M.; Dunbar, S. A.; Franz, M. J.; Mayer-Davis, E. J.; Neumiller, J. J.; Nwankwo, R.; Verdi, C. L.; Urbanski, P. **Nutrition Therapy Recommendations For The Management Of Adults With Diabetes**. Diabetes Care, 36, 3821–3842, 2013.

FEDENIUK, R.W.; Biliaderis, C.G. **Composition and physicochemical properties of linseed (*Linum usitatissimum* L.) mucilage**. Journal of Agric. Food Chem. 1994, 42, 240–247

FEIZI, Reihaneh; Goh, Kelvin KT; Mutukumira, Anthony N. **Effect of chia seed mucilage as stabiliser in ice cream**. International Dairy Journal, v. 120, p. 105087, 2021.

FENACELBRA, Federação Nacional de Associações de Celíacos do Brasil. **Doença Celíaca**. 2021. Documento eletrônico.
Disponível em: <https://www.fenacelbra.com.br/dados-estatisticos> . Acesso em 03 abril de 2024.

FENNEMA, Owen R. **Química de los alimentos**. 2^a.ed. Zaragoza: Acríbia, 2000. 1258p

FLOM, Julie D.; Sicherer, Scott H. **Epidemiology of cow's milk allergy**. Nutrients, v. 11, n. 5, p. 1051, 2019.

FRANCO, L. H. E. **Desenvolvimento de brownie funcional sem glúten e sem lactose**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

GALLEAZZI, Deizi de Mello. Schmidt, Elisangela. **Disponibilidade de Alimentos Isentos de Glúten em Supermercados na Cidade de Chapecó- SC**, Instituto Federal de Santa Catarina, 2021.

GALLO, Antonella. Pellegrino, Simona. Lipari, Alice. Pero, Erika. Ibba, Francesca. Cacciatore, Stefano. Marzetti, Emanuele. Landi, Francesco. Montalto, Massimo. **Lactose malabsorption and intolerance: What is the correct management in older adults?**. Clinical Nutrition, v. 42, n. 12, p. 2540-2545, 2023.

GANDOLFI, L. Pratesi, R. Cordoba, J. C. Tauil, P. L. Gasparin, M. Catassi, C. **Prevalence of celiac disease among blood donors in Brazil**. Am J Gastroenterol. 2000.

GENOVESE, Alessandro. Balivo, Andrea. Salvati, Antonio. Sacchi, Raffaele. **Functional ice cream health benefits and sensory implications**. Food Research International, v. 161, p. 111858, 2022.

GHEIHMAN, Nina. **O veganismo como movimento de estilo de vida. Bússola de sociologia**, v. 15, n. 5, pág. e12877, 2021.

GIESE, J. **Fats, Oils, and Fat Replacers**. Food Technology Especial Report, 1996.

GOMES, Suellen. Finotelli, Priscila V. Sardela, Vinícius F. Pereira, Henrique M. G. Santelli, Ricardo E. Freire, Aline S. Torres, Alexandre G. **Microencapsulated Brazil nut (Bertholletia excelsa) cake extract powder as an added-value functional food ingredient**. LWT, v. 116, p. 108495, 2019.

GÓRAL, Małgorzata. Kozłowicz, Katarzyna. Pankiewicz, Urszula. Góral, Dariusz. **Impact of stabilizers on the freezing process, and physicochemical and organoleptic properties of coconut milk-based ice cream**. Lwt, v. 92, p. 516-522, 2018.

GORMAN, Mackenzie; Moss, Rachael; Mcsweeney, Matthew B. **Sensory perception of ice cream and plant-based alternatives evaluated blinded and with ingredient lists**. Food and Humanity, v. 1, p. 1267-1273, 2023.

HABIB, Muhammad Danish. Alghamdi, Aseel. Sharma, Veenu. Mehrotra, Ankit. Badghish, Saeed. **Diet or lifestyle: Consumer purchase behavior of vegan retailing**. A qualitative assessment. Journal of Retailing and Consumer Services, v. 76, p. 103584, 2024.

HRA Food and Drink Consultants. **Veganism**. Insights and developments in the European Market, 2017.

HOU, Lili. Rashid, Muhammed. Chhabra, Manik. Chandrasekhar, Boya. Amirthalingam, Palanisamy. Ray, Sujoy. Li, Zhenzuo. **The effect of Bertholletia excelsa on body weight, cholestrol, and c-reactive protein: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials.** Complementary therapies in medicine, v. 57, p. 102636, 2021.

IAROS, Carolina Correia. Pinheiro, Tanielly Woellner. **Elaboração De Sorvete Sem Lactose Enriquecido Com Inulina.** Trabalho De Conclusão De Curso, Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

JAMSHIDI, Sanaz. Moradi Yousef. Nameni, Ghazaleh. Mohsenpour, Mohammad Ali. Vafa, Mohammadreza. **Effects of cashew nut consumption on body composition and glycemic indices: A meta-analysis and systematic review of randomized controlled trials.** Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews, v. 15, n. 2, p. 605-613, 2021.

JANSSON-KNODELL, Claire L.; RUBIO-TAPIA, Alberto. **Gluten-Related Disorders from Bench to Bedside.** Clinical Gastroenterology and Hepatology, 2023.

JAVIDI, Fatemeh. Razavi, Seyed M.A. Behrouzian, Fatemeh. Alghooneh, Ali. **The influence of basil seed gum, guar gum and their blend on the rheological, physical and sensory properties of low fat ice cream.** Food Hydrocolloids, Oxford, v. 52, p. 625-633, Jan. 2016.

JUDGE, Madeline, WILSON, Marc S. Vegetarian Utopias: **Visions of dietary patterns in future societies and support for social change.** Futures, v. 71, ago. 2015, p. 57-69.

JUVELA. **Is ice cream gluten free?** United Kingdom, Liverpool, 2021. Disponível em:
<https://www.juvela.co.uk/gluten-free-blog/is-ice-cream-gluten-free/#:~:text=Milk%20and%20cream%20are%20the,such%20as%20barley%20malt%20syrup>. Acesso em: 18 de jun. 2024.

KHALLOUFI Seddik. Corredia, Milena. Goff, Douglas H. Alexander, Marcela. **Flaxseed gums and their adsorption on whey protein-stabilized oil-in-water emulsions.** Food Hydrocolloids, 2009.

KLUCZKOVSKI A. M., **Caracterização e Extração Do Óleo De Castanha-Do-Brasil: Revisão,** Avanços Em Ciência E Tecnologia De Alimentos - Volume 3, 29, 391-402, 2021.

KOSONEN H., Rimpelä A., Rauma A., Väisänen P., Pere L., Virtanen S., et al. **Consumption of special diet among Finnish adolescents in 1979–2001: repeated national cross-sectional surveys.** Soz.–Präventivmed, Baseleia, v. 50, p. 142–150, 2005.

KURT Abdullah. Atalar, Ilyas. **Effects of quince seed on the rheological, structural and sensory characteristics of ice cream.** Food Hydrocolloids, 2018.

KURT, A.; Cengiz, A.; Kahyaoglu, T. **The effect of gum tragacanth on the rheological properties of salep based ice cream mix.** Carbohydrate Polymers, Barking, v. 143, p. 116- 123, June 2016.

LI, Aili. Zheng, Zie. Han, Xueting. Zhihao, Jiang. Binbin, Yang. Yang Sijia. Wen-jia, Zhou. Chun, Li. Ming, Sun. **Health implication of lactose intolerance and updates on its dietary management.** International Dairy Journal, v. 140, p. 105608, 2023.

LIRA, Michelle Monteiro. Filho Oliveira, Josemar Gonçalves De. Sousa, Tainara Leal de. Costa, Nair Mota da. Lemes, Ailton Cesar. Fernandes, Sibeles Santos. Egea, Mariana Buranelo. **Selected plants producing mucilage: overview, composition, and their potential as functional ingredients in the development of plant-based foods.** Food Research International, p. 112822, 2023.

LOFFREDI, Eleonora; ALAMPRESE, Cristina. **Optimisation of a blend of emulsifier substitutes for clean-label artisanal ice cream.** LWT, v. 173, p. 114338, 2023.

LOFFREDI, Eleonora. Moriano, Maria Eletta. Masseroni, Letizia. Alamprese, Cristina. **Effects of different emulsifier substitutes on artisanal ice cream quality.** LWT-Food Science and Technology, v. 137, p. 110499, 2021.

MAPA. Ministério da Agricultura e Pecuária/Secretaria de Defesa Agropecuária. **PORTARIA SDA/MAPA Nº 831, de 28 de junho de 2023.** Diário Oficial da União, 2023.

MAPA. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Aberta consulta pública para estabelecer requisitos mínimos de identidade e qualidade para produtos plant based.** Gov, 2023.

Disponível em:

<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/aberta-consulta-publica-para-es-tabelecer-requisitos-minimos-de-identidade-e-qualidade-para-produtos-plant-based>

MACAN, Tamires Pavei. Mageni, Mariana Lummertz. Damiani, Adriani Paganini. Monteiro, Isadora de Oliveira. Silveira, Gustavo de Bem. Zaccaron, Rubya Pereira. Silveira, Paulo Cesar Lock. Teixeira, João Paulo Fernandes. Gajski, Goran. Andrade, Vanessa Moraes. **Brazil nut consumption reduces DNA damage in overweight type 2 diabetes mellitus patients.** Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, p. 503739, 2024.

MACHADO, André Luiz Borges. **Desenvolvimento De Extrato Hidrossolúvel À Base De Castanha-Do-Brasil (*Bertholletia Excelsa*) E Macadâmia (*Macadamia Integrifolia*).** Dissertação (Mestrado) - Curso De Engenharia Química, Universidade Federal De Goiás, Goiânia, 2017.

MARÍN-SUÁREZ, Marta. **Produção e caracterização de sorvetes com alto teor de ácidos graxos oleico e linoléico**. Revista Europeia de Ciência e Tecnologia Lipídica. v. 12, pág. 1846-1852, 2016.

MARSHALL, R.T., Goff, H.D., Hartel, R.W. **Cleaning, Sanitizing, Microbiological Quality and Safety**. In: **Ice Cream**. Springer, Boston, MA, 2003.

MAZZETTO, S. E.; Lomonaco, D.; Mele, G.. **Óleo da castanha de caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial**. Química Nova, v. 32, n. Quím. Nova, 2009 32(3), p. 732–741, 2009.

MCGEE, H. **Comida e cozinha: ciência e cultura da culinária**. 2. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2017. 988 p.

MÉNDEZ-VELASCO, Carlos; Goff, H. Douglas. **Fat structure in ice cream: A study on the types of fat interactions**. Food Hydrocolloids, v. 29, n. 1, p. 152-159, 2012.

MESQUITA, S. A., **Desenvolvimento E Caracterização De Bebida Vegetal À Base De Amêndoa De Castanha De Caju, Adicionada De Achocolatado, Leite De Coco Ou Banana**. Dissertação De Mestrado, Universidade Federal Do Ceará, Fortaleza, 2017.

MIKILITA, I. S. **Avaliação do estágio de adoção de boas práticas de fabricação pelas indústrias de sorvete da região metropolitana de Curitiba: Proposição de um plano de análises de perigos e pontos críticos de controle**. Dissertação, (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2002.

MINTEL, Brasil 17: **Tendências de consumo em 2017**. Revista publicada pela empresa Intel Group Ltd, São Paulo, 2017.

MISSELWITZ, B.; Pohl, D.; Fruhauf, H.; Fried, M.; Vavricka, S.R.; Forx, M. **Lactose Malabsorption And Intolerance: Pathogenesis, Diagnosis And Treatment**. United European Gastroenterology Journal, London, v.1, n.3, p.151-159, 2013.

MIZUTA, Amanda Gouveia. Paraíso, Carolina Moser. Sena, Gabriela. Bergamasco, Rita de Cassia. Madrona, Grasielle Scaramal. **Desenvolvimento De Sorvete Com Substituição De Emulsificante Por Gel E Mucilagem De Psyllium**. In: Anais Do Simpósio De Bioquímica E Biotecnologia. Anais Eletrônicos. Campinas, Galoá, 2017.

MONEGO, M. A. **Goma da linhaça (Linum usitatissimum L.) para uso como hidrocolóide na indústria alimentícia**. Dissertação – (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Rurais Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2009.

MONIÉ, Aurélie. Habersetzer, Thomas. Sureau, Léa. David, Annabelle. Clemens, Karine. Malet-Martino, Myriam. Perez, Emile. Franceschi, Sophie. Stéphane, Balayssac. Delample, Mathieu. **Modulation of the crystallization of rapeseed oil using lipases and the impact on ice cream properties**. Food Research International, v. 165, p. 112473, 2023.

MONTEZZANA, Mariana. **Leites vegetais: aprenda a fazer leite de castanha e amêndoas em casa**. Vida Low Carb, 2016. Disponível

em:<<https://www.vidalowcarb.com.br/leites-vegetais/>> . Acesso em 26 de abril de 2023.

MORETTO, E.; Fett, R.; Gonzaga, L.V. **Introdução À Ciência De Alimentos**. Florianópolis: UFSC, 2002.

MORRIS, D.H. **Essencial nutrients and other functional compounds in flaxseed**. Nutrition Today. v.33, n.3, p.159, 2001.

MOSQUIM, M. C. A. **Fabricando sorvete com qualidade**. Fonte Comunicações e Editora Ltda. São Paulo. 1999.

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de Óleos e Gorduras Vegetais**. São Paulo: Varela, 1998.

MUNIZ, Janaína Guilhem. Sdepanian, Vera Lucia. Fagundes Neto, Ulysses. **Prevalência da predisposição genética para doença celíaca nos doadores de sangue em São Paulo, Brasil**. Arquivos de Gastroenterologia, 53(4), 267-72. 2016.

NASCIMENTO Vieira, J.; Martins Da Silva, R. .; Soares Dos Santos, L. .; De Lima Pereira, Y. .; Gonçalves Caixeta Garcia, L. .; Santos, P. A. Dos. **Study Of Physical Properties Of Ice Cream Soft Serve During Storage**. Research, Society And Development, [S. L.], V. 9, N. 10, P. E8229108334, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/8334>. Acesso em: 14 mar. 2024.

NICKLAS, T.A.; Qu, H.; Hughes, S.O.; Mengying, H.E.; Wagner, S.E.; Foushee, H.R.; Shewchuk, R.M. **Self-Perceived Lactose Intolerance Results In Lower Intakes Of Calcium And Dairy Foods And is associated with hypertension and diabetes in adults**. The American Journal of Clinical Nutrition, Bethesda, v.94, n.1, p.191-198, 2011.

NOVELLO, D., & Pollonio, M. A. R. **Caracterização físico-química e microbiológica da linhaça dourada e marrom (Linum Usitatissimum L.)**. Revista Do Instituto Adolfo Lutz, 71(2), 291–300. 2012.

OLIVEIRA, V.C.D. **Alergia à proteína do leite de vaca e intolerância à lactose: abordagem nutricional, pesquisa qualitativa e percepções dos profissionais da área de saúde**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados), Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, 2013.

OOMAH, B. D.; MAZZA, G. **Productos de linaza para la prevención de enfermedades**. In: Mazza G (Coord). Aliemntos funcionales: aspectos bioquímicos y de processado. Zaragoza: Acribia, 2000.

PAIVA, Luana C. de M. Guedes, Marcelino C. Ferreira, Diego Q. Rodrigues, Ediglei G. Machado, Francisco Paiva. Fernandes, Caio P. **Preparation of nut-based milk alternative: evaluation of an Amazonian nut (Bertholletia excelsa) beverage with annatto nanodispersion**. Food Chemistry Advances, v. 3, p. 100506, 2023.

PEREIRA Filho, Alexandre. **Uma Abordagem Bibliográfica Sobre Bebidas Vegetais: Seu Potencial Econômico, Consumo, Características De Composição**

E Processo Produtivo. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

PINTO Stephanie S. Fritzen-Freire, Carlise B. Muñoz, Isabella B. Barreto, Pedro L. M. Prudêncio, Elane S. Amboni, Renata D.M.C. **Effects of the addition of microencapsulated *Bifidobacterium* BB-12 on the properties of frozen yogurt.** Journal of Food Engineering, Volume 111, Issue 4, Pages 563-569, 2012.

PONTONIO, Erica. Montemurro, Marco. Dingeo, Cinzia. Rotolo, Michele. Centrone, Domenico. Carofiglio, Vito Emanuele. Rizzello, Carlo Giuseppe. **Design and characterization of a plant-based ice cream obtained from a cereal/legume yogurt-like.** LWT, v. 161, p. 113327, 2022.

PRATES, E. R. **Técnicas de pesquisa em nutrição animal.** Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2007 414 p.

PRATESI R, Gandolfi L. **Doença celíaca: a afecção com múltiplas faces.** J Pediatría. 2005.

RAJARAM S., Sabate J., **Health benefits of a vegetarian diet,** Nutrition, v. 16, p. 531- 533, 2000

RAUEN MS, Back JCV, Moreira EAM. **Doença celíaca: sua relação com a saúde bucal.** Rev Nutr. 2005.

REGULA, Prudhvi. Agress, Ariela. **Adult-onset IgE-mediated cow's milk allergy: A rare phenotype.** Journal of Allergy and Clinical Immunology: Global, v. 2, n. 4, p. 100142, 2023.

RIBEIRO, Izakeline. **Supermercado de Fortaleza cria seção exclusiva com produtos veganos.** Sabores da Cidade, 2020.
Disponível em: <https://saboresdacidade.com/produtos-veganos-nosupermercado-pinhairo/>. Acesso em: 21 de abril de 2023.

ROCHA Filho, Wilson. Scalco, Mariana Faria. Pinto, Jorge Andrade. **A Alergia à proteína do leite da vaca.** Artigo de revisão, Universidade Federal do Mato Grosso, Belo Horizonte, MG - Brasil, 2014.

ROCHA, Mariana Souza. Rocha, Luiz Célio. Feijó, Marcia Barreto da Silva. Marotta, Paula Luiza Limongi dos Santos. Mourao, Samanta Cardozo. **Effect of pH on the flaxseed (*Linum usitatissimum* L. seed) mucilage extraction process.** Acta Scientiarum. Technology, v. 43, p. e50457-e50457, 2021.

ROS, E. **Nozes e novos biomarcadores de doenças cardiovasculares.** The American Journal of clinical nutrition, 89 (5), 1649S-1656S, 2009.

ROSADO JL, Solomons NW, Lisker R, Bourges H. **Enzyme replacement therapy for primary adult lactase deficiency. Effective reduction of lactose malabsorption and milk intolerance by direct addition of beta-galactosidase to milk at mealtime.** Gastroenterology. 1984.

ROSTAMI K, Bold J, Parr A, Johnson MW. **Gluten-Free Diet Indications, Safety, Quality, Labels, and Challenges**. Nutrients. 2017.

RUBY, Matthew B.; GRAÇA, João; OLLI, Eero. **Vegetarian, vegan, or plant-based? Comparing how different labels influence consumer evaluations of plant-based foods**. Appetite, p. 107288, 2024.

RUSU, M. E., Simedrea, R., Gheldiu, A. M., Mocan, A., Vlase, L., Popa, D., Ferreira, I.C.F.R. **Benefits of tree nut consumption on aging and age-related diseases: mechanisms of actions**. Trends in food science & technology, 88:104-120, 2019.

SANTOS P.H.S., **Uso de diferentes bases gordurosas para a produção de sorvetes: um estudo reológico**, Universidade de São Paulo, 2020.

SARAIVA, Matheus Calixto. **Expectativa de consumo com base na aparência de sorvete vegano elaborado a partir do extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju**. Research, Society and Development, v. 12, n. 2, 2023.

SDEPANIAN VL, Morais MB, Fagundes-Neto U. **Doença celíaca: a evolução dos conhecimentos desde sua centenária descrição original até os dias atuais**. Arq Gastroenterol. 1999; 36(4):244-57.

SHAHADA, Cholakkal; MORYA, Sonia; AWUCHI, Chinaza Godswill. **A narrative review on nutraceutical, food and industrial applications of flaxseed (*Linum usitatissimum*. L)**. Cogent Food & Agriculture, v. 10, n. 1, p. 2306017, 2024.

SICHERER, Scott H. **Epidemiologia da alergia alimentar**. Revista de Alergia e Imunologia Clínica, v. 127, n. 3, pág. 594-602, 2011.

SILVA C. V. S. **Desenvolvimento De Brownie Vegano Com Utilização De Géis De Chia E Linhaça**, Departamento de Tecnologia Rural, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2021.

SILVA, Elzimar; Correa, Camila Ribeiro; Takeuchi, Katiuchia Pereira. **Desenvolvimento De Bebida Vegetal À Base De Amêndoas De Bocaiuva E Castanha-Do-Brasil**. 6º Simpósio de segurança alimentar; Gramado, Rio Grande do Sul, 2018.

SILVA Júnior, Elieste da. **Formulações especiais para sorvetes**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, SP, 2008.

SILVA, Milka de Oliveira. **Aceitabilidade de macarrão sem glúten com gel de linhaça**. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de nutrição, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

SILVA, Rejane Vanessa Da. Souza, Aparecida Sônia De. Silva, Vera Sônia Nunes Da. Pacheco, Maria Teresa Bertoldo. Miguel, Ana Maria Rauen de Oliveira. **Avaliação dos parâmetros de qualidade de cacau em pó e chocolates**

comerciais. 6º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica - CIIC. Jaguariúna, SP, 2012.

SILVEIRA, Brenda Kelly Souza. Rocha, Daniela Mayumi Usuda Prado. Martino, Hércia Stampini Duarte. Grancieri, Mariana. Gomes, Mariana Juste Contin. Mantovani, Hilário Cuquetto. Bressan, Josefina. Hermsdorff, Helen Hermiana Miranda. **Daily Cashew and Brazil Nut Consumption Modifies Intestinal Health in Overweight Women on Energy-Restricted Intervention: A Randomized Controlled Trial (Brazilian Nuts Study).** The Journal of Nutrition, 2024.

SINGH, Prashant. Arora, Ananya. Strand, Tor A. Leffler, Daniel A. Catassi, Carlo. Green, Peter H. Kelly, Ciaran P. Ahuja, Vineet. Makharia, Govind K. **Global prevalence of celiac disease: systematic review and meta-analysis.** Clinical gastroenterology and hepatology, v. 16, n. 6, p. 823-836. e2, 2018.

SLEBODA, Patrycja. Bruin, Wandí Bruine de. Gutsche, Tania. Arvai, Joseph. **Don't say "vegan" or "plant-based": Food without meat and dairy is more likely to be chosen when labeled as "healthy" and "sustainable".** Journal of Environmental Psychology, v. 93, p. 102217, 2024.

SOARES, Denise Josino. Vasconcelos, Pedro Hermano Menezes de. Camelo, André Luiz Melo. Longhinotti, Elisane. Sousa, Paulo Henrique Machado de. Figueiredo, Raimundo Wilane de. **Prevalent fatty acids in cashew nuts obtained from conventional and organic cultivation in different stages of processing.** Food Science and Technology, Campinas, 33(2): 265-270, 2013.

SOUZA, Jean Clovis Bertuol. Costa, Marcela de Rezende. Rensis, Christiane Maciel Vasconcellos Barros. Siveri, Kátia. **Sorvete: composição, processamento e viabilidade da adição de probiótico.** Alimentos e Nutrição. Araraquara v.21, n.1, p. 155-165. 2010.

SPENCE, Charles; NAVARRA, Jordi; YOUSSEF, Jozef. **Using ice-cream as an effective vehicle for energy/nutrient delivery in the elderly.** International Journal of Gastronomy and Food Science, v. 16, p. 100140, 2019.

SRUTHI, P.; NAIDU, M. Madhava. **Cashew nut (Anacardium occidentale L.) test as a potential source of bioactive compounds: a review on its functional properties and valorization.** Food Chemistry Advances, p. 100390, 2023.

SRUTHI, P.; ROOPAVATHI, C.; NAIDU, M. Madhava. **Profiling of phenolics in cashew nut (Anacardium occidentale L.) test and evaluation of their antioxidant and antimicrobial properties.** Food Bioscience, v. 51, p. 102246, 2023.

TACO, NEPA. **Tabela brasileira de composição de alimentos.** Revista Ampliada NEPA, 2011.

THOMPSON T, Dennis M, Higgins LA, Lee AR, Shavrett MK. **Gluten-free diet survey: are Americans with celiac disease consuming recommended amounts of fibre, iron, calcium and grain foods?** J Hum Nutr Diet. 2005; 18:163-9.

TOMÉI, Maria Cristina da Mota. **Lactose: Intolerância, Alergia e Rotulagem de Alimentos**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 01, Ed. 01, Vol. 9. pp 99-110, dezembro de 2016.

TROSHCHYNSKA, Yana. Bleha, Roman. Synytsya, Andriy. Štětina, Jiří. **Chemical composition and rheological properties of seed mucilages of various yellow-and brown-seeded flax (*Linum usitatissimum* L.) cultivars**. Polymers, v. 14, n. 10, p. 2040, 2022.

ÜÇTUĞ, Fehmi Görkem. GÜNAYDIN, Dorukhan. HÜNKAR, Beliz. ÖNGELEN, Cansu. **Carbon footprints of omnivorous, vegetarian, and vegan diets based on traditional Turkish cuisine**. Sustainable Production and Consumption, v. 26, p. 597-609, 2021.

VALENTIM, Karina Correia. Santos, Scheila Cristiane. **Desenvolvimento de sorvete de baixa lactose com polpa de morango orgânico**. 2012. 73 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2012.

WALSH, M. **Dairy alternatives-how do they compare**. In: Dairy Nutrition Forum. 2017. p. 1-8.

WANG, Young. Wang, Li-jun. Li, Dong. Özkan, Necati. Chen, Xiao Dong. Mao, Zhi-Huai. **Effect of flaxseed gum addition on rheological properties of native maize starch**. Journal of Food Engineering, 2008.

WARRANT J. Michaud P. Picton L. Muller G. Courtois B. Ralainirina R. Courtois J. **Structural investigations of the neutral polysaccharide of *Linum usitatissimum* L. seeds mucilage**. Int J Biol Macromol. 2005.

WOJDYŁO, Aneta. Turkiewicz, Igor Piotr. Tkacz, Karolina. Nowicka, Paulina. Bobak, Łukasz. **Nuts as functional foods: Variation of nutritional and phytochemical profiles and their in vitro bioactive properties**. Food Chemistry: X, v. 15, p.100418, 2022.

WU, Min. Li, Dong. Wang, Li-jun. Zhou, Yu-guang. Mao, Zhi-huai. **Rheological property of extruded and enzyme treated flaxseed mucilage**. Carbohydrate Polymers, 2010.

YANG, Jing. Wen, Chaoting. Duan, Yuqing. Deng, Qianchun. Peng, Dengfeng. Zhang, Haihui. Ma, Haile. **The composition, extraction, analysis, bioactivities, bioavailability and applications in food system of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) oil: A review**. Trends in Food Science & Technology, v. 118, p. 252-260, 2021.

ZHAO, Yiguo. He, Jun. Khalesi, Hoda. Fang, Yapeng. **Application of different hydrocolloids as fat replacer in low-fat dairy products: Ice cream, yogurt and cheese**. Food Hydrocolloids, v. 138, p. 108493, 2023.