

**LATICÍNIOS À BASE DE PLANTAS: SUBSTITUTOS PARA NECESSIDADES
DIETÉTICAS ESPECIAIS**

**PLANT-BASED DAIRY PRODUCTS: SUBSTITUTES FOR SPECIAL DIETARY
NEEDS**

**PRODUCTOS LÁCTEOS DE ORIGEN VEGETAL: SUSTITUTOS PARA
NECESIDADES DIETÉTICAS ESPECIALES**



10.56238/sevened2026.001-021

Ana Luiza de Souza Miranda

Mestre em Ciência dos Alimentos

Instituição: Universidade Federal de Lavras

E-mail: anasouzam94@gmail.com

Orcid: 0000-0001-6017-1870

Lattes: 7779106203696612

Diana Carla Fernandes Oliveira

Doutora em Zootecnia

Instituição: Universidade Federal de Lavras

E-mail: diana_zootecnista@yahoo.com.br

Orcid: 0000-0001-6128-7322

Lattes: 7061509646390280

Maria Emília de Sousa Gomes

Doutora em Zootecnia

Instituição: Universidade Federal de Lavras

E-mail: maria.emilia@ufla.br

Orcid: 0000-0002-2338-2684

Lattes: 9745455404780857

Rilke Tadeu Fonseca de Freitas

Doutor em Zootecnia

Instituição: Universidade Federal de Lavras

E-mail: rilke@ufla.br

Orcid: 0000-0002-3035-5238

Lattes: 6975671584196709

Alcinéia de Lemos Souza Ramos

Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Instituição: Universidade Federal de Lavras

E-mail: alcineia@ufla.br

Orcid: 0000-0001-5510-5131

Lattes: 5632799727165885

RESUMO

Os laticínios à base de plantas têm ganhado destaque como alternativas ao leite de origem animal, impulsionados pelo aumento da intolerância à lactose, alergias alimentares, adesão ao veganismo e preocupações ambientais associadas à bovinocultura leiteira. Esta revisão bibliográfica teve como objetivo analisar os principais substitutos vegetais do leite, abordando suas matérias-primas, composição nutricional, processos tecnológicos de produção, desafios de formulação e avanços voltados à melhoria das propriedades sensoriais e do equilíbrio nutricional. A busca foi realizada nas bases Web of Science, Scopus e PubMed, contemplando estudos publicados em português e inglês. Os resultados demonstram que bebidas vegetais, como as produzidas a partir de soja, amêndoa, aveia, coco, amendoim, feijão-fradinho e cacau, apresentam perfis nutricionais distintos do leite bovino, geralmente com menor teor proteico e de aminoácidos essenciais, porém com ausência de lactose e colesterol, além da presença de compostos bioativos benéficos à saúde. A fortificação nutricional e o uso de tecnologias emergentes, como fermentação, processamento por alta pressão e tratamentos térmicos avançados, têm sido estratégias fundamentais para melhorar a estabilidade, a digestibilidade, o sabor e a vida útil desses produtos. Conclui-se que os laticínios vegetais representam uma alternativa viável para necessidades dietéticas especiais, embora ainda enfrentem desafios tecnológicos e nutricionais que demandam contínuos esforços de pesquisa e desenvolvimento.

Palavras-chave: Bebidas Vegetais. Sustentabilidade. Alergia ao Leite. Intolerância à Lactose. Veganismo.

ABSTRACT

Plant-based dairy products have gained prominence as alternatives to animal milk, driven by the increase in lactose intolerance, food allergies, adherence to veganism, and environmental concerns associated with dairy farming. This literature review aimed to analyze the main plant-based milk substitutes, addressing their raw materials, nutritional composition, technological production processes, formulation challenges, and advances aimed at improving sensory properties and nutritional balance. The search was conducted in the Web of Science, Scopus, and PubMed databases, including studies published in Portuguese and English. The results demonstrate that plant-based beverages, such as those produced from soy, almond, oat, coconut, peanut, cowpea, and cocoa, have nutritional profiles distinct from cow's milk, generally with lower protein and essential amino acid content, but with the absence of lactose and cholesterol, in addition to the presence of bioactive compounds beneficial to health. Nutritional fortification and the use of emerging technologies, such as fermentation, high-pressure processing, and advanced heat treatments, have been fundamental strategies for improving the stability, digestibility, flavor, and shelf life of these products. It is concluded that plant-based dairy products represent a viable alternative for special dietary needs, although they still face technological and nutritional challenges that demand continuous research and development efforts.

Keywords: Plant-based Beverages. Sustainability. Milk Allergy. Lactose Intolerance. Veganism.

RESUMEN

Los productos lácteos de origen vegetal han cobrado relevancia como alternativas a la leche animal, impulsados por el aumento de la intolerancia a la lactosa, las alergias alimentarias, la adhesión al veganismo y las preocupaciones ambientales asociadas a la producción lechera. Esta revisión bibliográfica tuvo como objetivo analizar los principales sustitutos lácteos de origen vegetal, abordando sus materias primas, composición nutricional, procesos tecnológicos de producción, desafíos de formulación y avances para mejorar las propiedades sensoriales y el equilibrio nutricional. La búsqueda se realizó en las bases de datos Web of Science, Scopus y PubMed, incluyendo estudios publicados en portugués e inglés. Los resultados demuestran que las bebidas de origen vegetal, como las elaboradas con soja, almendra, avena, coco, cacahuete, caupí y cacao, presentan perfiles

nutricionales distintos a los de la leche de vaca, generalmente con menor contenido de proteínas y aminoácidos esenciales, pero sin lactosa ni colesterol, además de la presencia de compuestos bioactivos beneficiosos para la salud. La fortificación nutricional y el uso de tecnologías emergentes, como la fermentación, el procesamiento a alta presión y los tratamientos térmicos avanzados, han sido estrategias fundamentales para mejorar la estabilidad, la digestibilidad, el sabor y la vida útil de estos productos. Se concluye que los productos lácteos de origen vegetal representan una alternativa viable para necesidades dietéticas especiales, aunque aún enfrentan desafíos tecnológicos y nutricionales que exigen un esfuerzo continuo de investigación y desarrollo.

Palabras clave: Bebidas de Origen Vegetal. Sostenibilidad. Alergia a la Leche. Intolerancia a la Lactosa. Veganismo.

1 INTRODUÇÃO

Substitutos vegetais para o leite são consumidos há séculos, sendo desenvolvidos para imitar o leite de origem animal. Este último, é uma emulsão composta por nutrientes essenciais, incluindo lipídios, proteínas, aminoácidos, vitaminas e minerais, sintetizada por mamíferos lactantes para fornecer sustento para o crescimento e desenvolvimento de seus filhotes (Haug *et al.*, 2007; Mäkinen *et al.*, 2016; Sethi *et al.*, 2016). Atualmente, essas alternativas são produzidas comercialmente a partir de diversas fontes vegetais, tais como leguminosas, sementes, oleaginosas, cereais e pseudocereais (Mäkinen *et al.*, 2016).

Segundo a Research and Markets (2024), o mercado global de bebidas vegetais atingirá um valor estimado de U\$\$ 47,55 bilhões até 2030, com uma taxa de crescimento anual composta de 11,7%. Esse avanço será impulsionado principalmente pela alta incidência de intolerância à lactose e alergias ao leite, mas também pelo aumento da opção de vida vegana e indivíduos preocupados com o meio ambiente. Assim, consequentemente, as principais empresas do setor de laticínios têm ampliado seus portfólios, incorporando produtos alternativos à base de plantas como resposta às demandas crescentes do mercado. Além disso, emergem empresas totalmente dedicadas à produção de alternativas à base de plantas, focando exclusivamente nesse segmento em expansão.

As alternativas vegetais ao leite são projetadas para se assemelhar ao leite de origem animal (Mäkinen *et al.*, 2016; Sethi *et al.*, 2016). Contudo, essas opções frequentemente não oferecem o perfil nutricional completo do leite bovino (Sethi *et al.*, 2016) e, além disso, podem apresentar sabores desagradáveis (Desai *et al.*, 2002; Sethi *et al.*, 2016; Vanga; Raghavan, 2018).

Neste sentido, esta revisão apresenta os laticínios vegetais como uma solução inovadora e ambientalmente sustentável em comparação aos laticínios tradicionais, abordando as matérias-primas mais utilizadas, os avanços tecnológicos nos processos de fabricação, os principais desafios de formulação, com foco nas propriedades sensoriais e no equilíbrio nutricional.

2 METODOLOGIA

Esta revisão incluiu artigos científicos dos últimos anos, nos idiomas português e inglês, que abordaram o desenvolvimento, a composição e a aplicação de laticínios à base de plantas como alternativas aos laticínios de origem animal, especialmente no contexto de necessidades dietéticas especiais. A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados Web of Science, Scopus e PubMed, utilizando descritores relacionados a laticínios vegetais, substitutos do leite, matérias-primas vegetais, processos tecnológicos, propriedades sensoriais e qualidade nutricional. Foram selecionados estudos que apresentaram evidências sobre matérias-primas comumente empregadas, inovações tecnológicas nos processos de fabricação, desafios de formulação, bem como aspectos sensoriais e nutricionais desses produtos, considerando sua sustentabilidade ambiental e aplicabilidade em dietas específicas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 MOTIVAÇÕES PARA SUBSTITUIÇÃO DO LEITE DE ORIGEM ANIMAL

Embora o leite ofereça significativo valor nutricional, há grupos de indivíduos que optam por não o consumir devido a diferentes razões. A intolerância à lactose refere-se à manifestação clínica decorrente da redução dos níveis da enzima lactase na mucosa intestinal. Essa condição pode gerar sintomas como dor abdominal, diarreia, eructação, gases, irritação da mucosa, que, em determinados casos, podem apresentar elevada gravidade. Essa condição pode ter diversas causas, como deficiência congênita da enzima, doenças intestinais ou por processo natural de envelhecimento. A gravidade desses sintomas depende do grau de intolerância. Para aqueles que possuem essa condição, é essencial evitar o consumo de leite de vaca, seus derivados, preparações à base de leite e alimentos que possam conter esse ingrediente (Oliveira *et al.*, 2019).

A alergia ao leite, assim como outras alergias alimentares, envolve o sistema imunológico, que responde ao identificar um antígeno como potencial ameaça, desencadeando mecanismos de defesa que resultam em sinais e sintomas clínicos. No caso do leite de vaca, as proteínas como caseína, lactoglobulina, lactoalbumina, soroalbumina e imunoglobulinas são reconhecidas pelo organismo como substâncias estranhas. Essa identificação imunológica leva ao desenvolvimento de uma reação alérgica, cujo objetivo é eliminar essas proteínas do corpo (Pereira; Moura; Constant, 2005).

Os veganos adotam uma postura que exclui qualquer produto de origem animal ou que envolva exploração ou crueldade contra os animais. Esse ideal não se limita apenas à alimentação, mas abrange também áreas como vestuário, produtos de higiene, medicamentos, entre outros (Magalhães; Oliveira, 2019). Assim, essa filosofia de vida torna inviável os adeptos do veganismo o consumo de leite de origem animal.

Outro fator que pode desestimular o consumo de leite de origem animal é a crescente preocupação ambiental. A bovinocultura leiteira tem sido amplamente estudada em relação à pegada hídrica, devido ao elevado volume de água necessário para a produção do leite (Mekonnen; Hoekstra, 2010). Adicionalmente, o setor é significativo para a pegada de carbono, uma vez que contribui para a emissão de gases de efeito estufa.

3.2 COMPARAÇÃO DE COMPOSIÇÃO: LEITE ANIMAL X LEITE VEGETAL

A nutrição fornecida pelo leite é essencial para o desenvolvimento de bebês e animais jovens (Day *et al.*, 2022). A composição dos leites de origem vegetal e de origem animal são distintas. A Tabela 1 apresenta uma análise comparativa da composição nutricional entre o leite de amêndoa, soja, aveia e o leite bovino.

Tabela 1. Composição nutricional dos leites de amêndoa, soja, aveia e bovino (porção de 240 g).

Componentes	Leite de amêndoa	Leite de soja	Leite de aveia	Leite bovino
Sólidos totais (%)	3,1	10,45	10,73	11,77
Proteínas (g)	1,67	8,71	2,64	8,11
Carboidratos (g)	1,32	5	18,72	11,5
Açúcares	0,28	3,43	7,68	11,28
Fibras	0,64	0,96	2,16	0,0
Gorduras (g)	2,71	4,35	5,04	9,05
Gorduras saturadas	0	0,64	0,41	5,64
MUFA* *	0,29	0,84	N/A	2,62
PUFA * *	0,28	2,4	N/A	0,35
Colesterol	0	0	N/A	34,1
Vitaminas				
Vitamina A (lg)	77,14	32,57	180	82
Vitamina B6 (mg)	N/A	0,096	N/A	0,1
Vitamina B-12 (lg)	1	0,68	0,2	0,89
Vitamina C (mg)	0	0	N/A	3,7
Vitamina D (lg)	2,32	1,86	4,0	3
Vitamina E (mg)	3,84	4	N/A	N/A
Niacina (mg)	N/A	0,28	N/A	0,2
Riboflavina (mg)	0,19	0,24	0,3	0,4
Folato, DFE (lg)	19,2	33,6	N/A	12,36
Tiamina (mg)	N/A	0,08	N/A	0,1
Minerais (mg)				
Cálcio	325,29	205,86	237,6	294,2
Ferro	0,18	0,84	0,22	0,12
Magnésio	21	49	N/A	32
Fósforo	48	108	240	230
Potássio	65	364,29	568,8	373
Sódio	146,42	65	100,8	121
Zinco	0,56	0,75	0,10	0,94
Energia (kcal)	36,43	95	132	158

* * MUFA: ácidos graxos monoinsaturados; PUFA: ácidos graxos poliinsaturados.

Fonte: Vashisht *et al.*, 2024.

Os dados evidenciam que o leite bovino se destaca como fonte rica de proteínas, gorduras, vitamina C e cálcio, além de oferecer a maior quantidade de energia ao organismo humano. Por outro lado, o leite de aveia é interessante para consumidores que necessitam de uma fonte rica em vitamina A, enquanto o leite de amêndoa é particularmente adequado para aqueles que buscam uma dieta com baixo teor de açúcares (Vashisht *et al.*, 2024).

Na Tabela 2 está apresentado a média percentual da ingestão diária recomendada de aminoácidos essenciais para um adulto de 60 kg, fornecida por uma porção de 250 mL de cada tipo de leite.

Tabela 2. Porcentagem média de ingestão diária recomendada de aminoácidos para um adulto (60kg) fornecida por 250 mL de cada tipo de leite.

Aminoácidos	Leite de aveia (%)	Leite de soja (%)	Leite de amêndoa (%)	Leite bovino (%)
Histidina	5	29	6	29
Isoleucina	5	27	5	33
Leucina	5	24	5	32
Lisina	3	25	2	36
SAA	9	23	4	33
AAA	11	44	10	54
Treonina	6	31	5	38
Triptofano	9	37	6	41
Valina	6	23	4	34

SAA: aminoácidos sulfurados (metionina e cisteína); AAA: aminoácidos aromáticos (fenilalanina e tirosina).

Fonte: Vashisht *et al.*, 2024.

Através da Tabela 2, é possível notar que o leite bovino apresenta os maiores níveis dos nove aminoácidos essenciais, seguido pelo leite de soja. Já os leites de aveia e amêndoa apresentam composições semelhantes em relação a esses nutrientes (Vashisht *et al.*, 2024).

Embora os leites vegetais não contenham os mesmos níveis de macro e micronutrientes biodisponíveis que o leite bovino, estes são frequentemente enriquecidos para alcançar valores nutricionais equivalentes. Adicionalmente, esses leites podem oferecer compostos bioativos exclusivos que proporcionam benefícios adicionais à saúde (Aydar *et al.*, 2020).

3.3 PRODUÇÃO DE SUBSTITUTOS DE LEITE DE ORIGEM ANIMAL: PROCESSOS E TECNOLOGIAS

Os leites vegetais consistem em suspensões coloidais ou emulsões, formadas por material vegetal dissolvido e fragmentado. A produção tradicional envolve a moagem da matéria-prima até formação de uma pasta, seguida de filtração para remoção de partículas maiores. Em escala industrial, o processo segue etapas semelhantes, embora possa existir variações que otimizem a eficiência do processo. O material vegetal pode ser hidratado e moído em ambiente úmido para liberar constituintes desejados ou, alternativamente, moído seco, com posterior extração da farinha em água. Resíduos do processo de moagem são eliminados por decantação ou filtração. Conforme especificações do produto final, etapas adicionais como padronização e adição de ingredientes – incluindo açúcar, óleos, aromatizantes e estabilizantes – podem ser realizadas. Seguem-se a homogeneização e o tratamento térmico, como pasteurização ou esterilização a temperaturas ultraelevadas (UHT), para garantir estabilidade física e microbiológica do produto. Em alguns casos, os extratos são secos por pulverização para obtenção de pós, ampliando as opções de uso e armazenamento (Diarra *et al.*, 2005; Mäkinen *et al.*, 2016).

3.4 PRINCIPAIS ALTERNATIVAS DE LEITE VEGETAL

A demanda crescente por alternativas não lácteas, associada ao interesse de explorar diferentes propriedades funcionais, tem levado ao uso de diversas plantas como base para a produção de substitutos do leite de origem animal (Sethi *et al.*, 2016). No mercado ocidental, as bebidas à base de soja são as alternativas mais amplamente consumidas (Mäkinen *et al.*, 2016), mas existem diversas outras bebidas vegetais disponíveis, contribuindo para a diversidade do mercado de alternativas ao leite vegetal. Dependendo da matéria-prima, as bebidas correspondentes diferirão significativamente em composição e sabor (Tangyu *et al.*, 2019).

3.4.1 Leite de soja

A soja (*Glycine max*) é amplamente reconhecida como uma das leguminosas mais cultivadas e consumidas globalmente, destacando-se pelo excelente perfil nutricional. Este grão contém proteínas de alta qualidade, abrangendo quase todos os aminoácidos essenciais, com uma digestibilidade alta (92-100%). Além disso, é uma fonte significativa de minerais, incluindo cálcio, potássio, magnésio, ferro, zinco e cobre. Sua elevada concentração de fibra alimentar (cerca de 35%), tanto solúvel quanto insolúvel, a torna particularmente benéfica para indivíduos diabéticos e para aqueles que buscam o controle do peso corporal. Em relação ao perfil lipídico, a soja apresenta um equilíbrio saudável de ácidos graxos, caracterizado por altos níveis de ácidos graxos insaturados, especialmente poliinsaturados (PUFA) e baixos níveis de ácidos graxos saturados (SAFA) (Tripathi; Misra, 2005), contribuindo para os efeitos cardioprotetores associados ao consumo de soja e seus derivados, os quais também podem ser atribuídos à presença de fitoesteróis e tocoferóis (Zhang *et al.*, 2003; Chung *et al.*, 2011). Adicionalmente, a soja é uma fonte importante de vitaminas do complexo B e isoflavonas, compostos que possuem propriedades terapêuticas comprovadas no manejo de várias doenças crônicas, como osteoporose, câncer e doenças cardiovasculares (Omoni; Aluko, 2005; Fukui, Tachibana, Wanezaki, 2002).

Atualmente, o leite de soja destaca-se como a alternativa não láctea mais popular ao leite bovino. Produzido a partir da soja integral ou isolado de proteína de soja, é reconhecido como uma boa fonte de proteínas, vitaminas e minerais (Storz *et al.*, 2023). Sua composição varia em função do processo de fabricação, do tipo de soja utilizada e de ingredientes adicionais (Davy; Vuong, 2022). Estudos indicam que o leite de soja contém aproximadamente 3,4% de proteínas e 1,7% de gorduras (Vashisht *et al.*, 2024).

Embora o teor proteico do leite de soja seja comparável ao do leite bovino, existem diferenças na composição e, assim, não fornece todos os aminoácidos essenciais (Li *et al.*, 2018). A gordura predominante no leite de soja é composto majoritariamente por ácidos graxos insaturados. O conteúdo de carboidratos é semelhante ao do leite bovino, embora inclua oligossacarídeos e polissacarídeos

complexos. Além disso, é naturalmente rico em potássio, fósforo e magnésio, e destaca-se pela presença de fitoquímicos, como isoflavonas, que são associadas à redução do risco de doenças cardiovasculares e câncer (Davy; Vuong, 2022).

O leite de soja também contém fibras prebióticas, como oligossacarídeos, que favorecem o crescimento de bactérias benéficas no intestino (Mohanty *et al.*, 2018). A presença de fitase auxilia na degradação do ácido fítico, facilitando a absorção de minerais como ferro e zinco. Além disso, é comum que o leite de soja seja fortificado com cálcio, vitamina D e vitamina B12, visando equiparar-se ao leite bovino em termos nutricionais. Entre os aminoácidos mais presentes estão os aromáticos, triptofano, treonina e histidina. Segundo Reynaud *et al.* (2021), a digestibilidade do leite de soja varia entre 78% e 116%, enquanto Khamzaeva *et al.* (2024) relatam um índice de digestibilidade de 80,7%.

Entretanto, o leite de soja apresenta algumas limitações, incluindo a presença de fatores antinutricionais, sabor residual de feijão ou sabor desagradável, curto prazo de validade e baixa estabilidade. No processo convencional de produção de leite de soja, o aquecimento é responsável por eliminar grande parte dos fatores antinutricionais presentes. Por outro lado, o superaquecimento pode causar danos aos aminoácidos essenciais, comprometendo sua estrutura e funcionalidade, além de reduzir a atividade inibidora da tripsina. Essas alterações resultam em uma perda considerável do valor nutricional do leite de soja (Jiang *et al.*, 2013). Entre os fatores antinutricionais presentes no leite de soja, destacam-se o Inibidor de Tripsina Kunitz (KTI) e o Inibidor de Bowman-Birk (BBI), que podem interferir na digestão de proteínas e, conseqüentemente, na absorção de nutrientes (Saini; Morya, 2021).

O sabor desagradável de feijão presente no leite de soja é atribuído à ação de uma enzima conhecida como lipoxigenase (Bollegala; Rajapakse, 2015). A inativação da lipoxigenase em preparações de leite de soja tem se mostrado eficiente na eliminação do sabor indesejado (Lv *et al.*, 2011). Uma das abordagens mais simples e eficazes de remoção do sabor de feijão é o processo de moagem seguido de escaldamento em água quente, pois a exposição à água quente inativa a lipoxigenase, a enzima chave na geração de sabor desagradável deste produto (Lv *et al.*, 2011). Entretanto, existem outros métodos para neutralizar esta enzima, tais como alterações no pH e tratamentos de pressão, porém o tratamento térmico é amplamente considerado a melhor opção (Omre *et al.*, 2017).

Quanto à durabilidade, o leite de soja fresco apresenta uma vida útil limitada, devido principalmente à atividade microbiana. Os microrganismos que mais frequentemente levam à deterioração do leite de soja incluem coliformes, fungos e bactérias aeróbicas mesófilas. Em resposta às demandas dos consumidores por produtos com maior vida útil, a técnica de ultra-alta temperatura (UHT) tem sido explorada como uma solução promissora, pois esta tecnologia permite alcançar uma vida útil de vários meses ou mesmo um ano, dependendo da composição do produto. A escolha

adequada de emulsificantes e estabilizantes é igualmente fundamental para garantir um produto homogêneo e prevenir a sedimentação durante todo o período de armazenamento (Zhao *et al.*, 2020).

3.4.2 Leite de amêndoa

A amêndoa (*Prunus dulcis*) destaca-se como uma das nozes mais amplamente consumidas e populares no mundo (Berryman *et al.*, 2011). O elevado consumo entre os humanos pode ser atribuído às suas propriedades medicinais bem documentadas, incluindo seu perfil lipídico benéfico, capacidade de fortalecer o sistema imunológico e ação antioxidante. Rica em nutrientes, a amêndoa é especialmente notável por seu conteúdo de α -tocoferol (36,4%), um antioxidante que desempenha papel essencial na neutralização de radicais livres e na prevenção do estresse oxidativo (Burton; Ingold, 1989; Niki *et al.*, 1989). Além disso, é uma fonte significativa de minerais como magnésio (19,5%), cobre (16%) e fósforo (13,4%), além de conter elevado teor de fibras (13,2%). Com cerca de 25% de proteína, apresenta níveis substanciais de arginina e a maior parte dessa proteína está na forma de AMP ou amandina (Sathe *et al.*, 2002). Embora possua elevado teor de gordura (49,4% do peso), grande parte é composta por ácidos graxos monoinsaturados (MUFA), que correspondem a 67% do seu perfil lipídico e são amplamente reconhecidos por seus benefícios à saúde cardiovascular. Adicionalmente, as amêndoas contêm compostos bioativos como polifenóis e fitoesteróis, incluindo β -sitoesterol, estigmasterol, campesterol, sitostanol e campestanol, que possuem propriedades cardioprotetoras (Berryman *et al.*, 2011).

Indivíduos que buscam por alternativa de baixa caloria ao leite de vaca, o leite de amêndoa se apresenta como uma opção viável. Produzido a partir de amêndoas moídas e água, sua composição varia conforme os métodos de processamento e adição de ingredientes (Kundu *et al.*, 2018). Embora contenha menos proteínas que o leite bovino, a fortificação proteica pode melhorar seu valor nutricional. Além disso, o teor de gordura deste leite é significativamente menor, sendo composto, ainda, por ácidos graxos insaturados, que são mais saudáveis (Vashisht *et al.*, 2024).

É também uma fonte rica de carboidratos complexos, como fibras. Naturalmente rico em vitamina E, antioxidante que protege as células contra danos, e em fitoquímicos como flavonoides, associados à redução do risco de doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer (Chalupa-Krebzdak *et al.*, 2018). A presença de fibras prebióticas, como a inulina, favorece o crescimento de bactérias intestinais benéficas (Manzoor *et al.*, 2019). Contudo, sua concentração de aminoácidos é inferior à do leite bovino, destacando-se os aminoácidos aromáticos, histidina e triptofano. Segundo Kahmzaeva *et al.* (2024), a digestibilidade do leite de amêndoa é de 85,8%.

3.4.3 Leite de aveia

O leite de aveia tem emergido como um forte competidor entre os substitutos de origem vegetal. Seus componentes nutricionais, incluindo compostos fenólicos, avenantramidas, saponinas (Sang; Chu, 2017), ácido fítico e esteróis, conferem propriedades antioxidantes significativas (Paul *et al.*, 2019).

Segundo a American Association of Cereal Chemists (AACC 2001), a fibra alimentar presente na aveia é resistente à digestão no intestino delgado, promovendo fermentação no intestino grosso e proporcionando benefícios, tais como melhora da saúde digestiva, redução do colesterol e regulação da glicose. A aveia possui uma composição nutricional equilibrada, com amido em alta proporção (60%), proteínas (11-15%), lipídios (5-9%), fibras alimentares (2,3-8,5%) e um teor de cálcio de 0,54% (Rasane *et al.*, 2015).

O β -glucano, um polissacarídeo bioativo presente na aveia, possui propriedades anticancerígenas e auxilia na redução do colesterol e da pressão arterial (Rasane *et al.*, 2015). Ácidos graxos essenciais, como ácido oleico (45,60 g/kg), ácido linoleico (36,2-40,4%) e ácido linolênico (38,4-41,6%), também contribuem para os benefícios proporcionados pela aveia na dieta diária (Sterna *et al.*, 2016).

A fermentação, especialmente com *Monascus anka*, tem sido utilizada para aumentar compostos fenólicos e a capacidade antioxidante da aveia (Bei *et al.*, 2017). No entanto, esse processo pode apresentar desafios, como a utilização de fitoquímicos essenciais ou a perda de compostos importantes, como o ácido sinápico, evidenciando a necessidade de protocolos de fermentação padronizados para maximizar os benefícios sem comprometer a qualidade nutricional (Paul *et al.*, 2019).

Embora rica em diversos nutrientes, o leite de aveia possui baixo teor de cálcio e, portanto, é frequentemente fortificado antes do consumo (Sethi *et al.*, 2016).

3.4.4 Leite de cacau

O cacau é rico em polifenóis (12-18%), especialmente flavonoides como flavan-3-ols, epicatequina e catequina, apresentando propriedades cardioprotetoras, anti-inflamatórias, anti-obesidade, anticancerígenas e neuroprotetoras (Rodríguez Lagunas *et al.*, 2019).

Com o aumento da intolerância à lactose, o leite de cacau emergiu como uma alternativa funcional ao leite convencional, demonstrando eficácia em mitigar os sintomas dessa condição. Estudos estabeleceram que o consumo de cacau está associado à redução do risco de doenças cardiovasculares, incluindo diminuição da pressão arterial, melhora da função vascular, modulação do metabolismo lipídico e glicêmico, e redução da agregação plaquetária. Esses efeitos são atribuídos à

ativação do óxido nítrico (NO) sintase, aumento da biodisponibilidade do NO e suas propriedades antioxidantes (Ludovici *et al.*, 2017).

Além disso, os flavonóis do cacau desempenham um papel na regulação metabólica, retardando a digestão e absorção de carboidratos, aumentando a secreção de insulina e promovendo a captação de glicose pelos músculos. Esse mecanismo sugere que o cacau pode ser uma ferramenta para o controle do diabetes (Ramos *et al.*, 2017).

O leite de cacau, portanto, não apenas oferece uma solução para indivíduos intolerantes à lactose, mas também apresenta um amplo potencial terapêutico devido às suas propriedades bioativas (Paul *et al.*, 2019).

3.4.5 Leite de feijão-fradinho

O feijão-fradinho destaca-se como uma fonte rica em carboidratos complexos (50-60%), proteínas alimentares (20-30%), vitaminas e minerais, tais como vitamina K1, folato, molibdênio, ferro, cobre, manganês, potássio e fósforo (Jayamanohar *et al.*, 2019). Adicionalmente, apresenta elevados níveis de compostos fenólicos, polifenóis, além de fitoesteróis (Singh *et al.*, 2017). Entre os alimentos ricos em amido, o feijão-fradinho possui um baixo índice glicêmico, sendo frequentemente recomendado para indivíduos com diabetes (Leterme, 2002).

Os alérgenos associados ao feijão-fradinho são identificados como causadores de rinite nasobrônquica e alérgica, classificando-se em quatro grupos principais: lectinas (fito-hemaglutininas), faseolina, precursor do inibidor da α -amilase e proteínas abundantes do grupo 3 da embriogênese tardia. Além disso, um polipeptídeo de 20 kDa, subunidade básica da legumina, é identificado como termicamente estável, juntamente com outras cinco proteínas resistentes à pepsina, com pesos moleculares aproximados de 45, 29, 24, 20 e 6,5 kDa (Kumar *et al.*, 2013). Compostos como rafinose, estaquiose e verbascose atuam como prebióticos, promovendo o crescimento de bifidobactérias e lactobacilos no cólon, e a presença de fibras alimentares solúveis e insolúveis reforça a importância nutricional do feijão-fradinho. Contudo, fatores antinutricionais, como ácido fítico, inibidores de tripsina, lectinas e oligossacarídeos, levantam preocupações devido aos seus efeitos negativos na digestibilidade e na biodisponibilidade de nutrientes (Los *et al.*, 2018).

O preparo do leite de feijão-fradinho envolve o enxágue e a imersão das sementes até que estas inchem completamente, seguidos por processos de moagem e fervura. O sobrenadante obtido após centrifugação é utilizado como leite (Chen *et al.*, 2019). Para mitigar os fatores antinutricionais e a alergenicidade, a fermentação em estado sólido e líquido é implementada com *Bacillus subtilis*, frequentemente utilizado como cepa inicial. Este processo potencializa a atividade antioxidante ao aumentar a produção de agliconas de isoflavona, enquanto bactérias lácticas (LAB) estão naturalmente presentes (Limon *et al.*, 2015).

3.4.6 Leite de amendoim

Produtos derivados do amendoim, como leite e manteiga, possuem relevância nutricional devido ao seu elevado teor de proteínas, minerais e ácidos graxos essenciais, como os ácidos linoleico e oleico, que são componentes cruciais na nutrição humana (Abou-Dobara *et al.*, 2016). O amendoim apresenta um teor de gordura total de 49,24 g/100g, sendo que os ácidos graxos monoinsaturados (MUFAs-50%) desempenham um papel essencial na regulação dos níveis de colesterol, reduzindo a quantidade de LDL consumida. Além disso, suas concentrações de campesterol e estigmasterol são notavelmente altas (Maguire *et al.*, 2004). O perfil proteico do amendoim (25,80%), inclui quase todos os 20 aminoácidos, sendo uma fonte relevante de arginina (USDA, 2014).

Entretanto, a alergia ao amendoim permanece um desafio significativo, mesmo na produção de leite de amendoim. Até o momento, métodos de prevenção eficazes não foram estabelecidos, mas estudos sugerem que o consumo precoce de proteína de amendoim pode mitigar os efeitos alérgicos até certo ponto (Fleischer *et al.*, 2019). Os principais alérgenos do amendoim incluem oito variantes identificadas como *Arachis hypogaea* (Ara) h 1 a h 8, com Ara h 2 e Ara h 6 sendo os mais potentes (Burks, 2008; Chen *et al.*, 2016).

Como leguminosa, o amendoim contém ácido fítico, que pode reduzir a biodisponibilidade de nutrientes e apresenta fibras insolúveis (Arya *et al.*, 2016). Processos de extração, como desengorduramento, torrefação, imersão em álcali, cozimento a vapor, moagem e, ocasionalmente, fermentação, seguidos de filtração, têm demonstrado eficácia na redução de fatores antinutricionais e alérgenos alimentares em diferentes níveis (Adegoke; Falade, 2016).

O leite de amendoim produzido pelo método de moagem pode ser processado para remoção de gordura, resultando em um líquido amarelo, quase isento de gordura e rico em proteínas, ou fermentado com bactérias ácido-láticas (Arya *et al.*, 2016). Contudo, a baixa estabilidade do leite de amendoim devido ao seu elevado teor de gordura é um desafio frequente. A adição de agentes emulsificantes pode ser uma solução para estabilizar a emulsão durante o processamento, transporte e armazenamento (Paul *et al.*, 2019).

3.4.7 Leite de coco

O coco é reconhecido como um fruto nutritivo, com cada parte sendo utilizada para diferentes finalidades. O leite derivado do coco é amplamente utilizado em todo o mundo na produção de confeitaria, produtos de panificação, biscoitos, sorvetes, entre outros (Paul *et al.*, 2019).

A presença de triglicerídeos de cadeia média (MCFAs) faz do leite de coco um substituto não lácteo de fácil digestão. Diferentemente de outros análogos de leite que possuem ácidos graxos de cadeia longa, o coco é rico em MCFAs, que são rapidamente absorvidos e metabolizados pelo fígado, transformando-se em compostos cetônicos. Esses compostos são benéficos para o funcionamento

cerebral e podem aliviar problemas de memória, como o Alzheimer. Além disso, o conteúdo de fibras solúveis e insolúveis eleva seu valor nutricional (Fernando *et al.*, 2015). O leite de coco também é uma boa fonte de minerais e vitaminas (Paul *et al.*, 2019).

O leite de coco contém a maior quantidade de gordura e a menor quantidade de proteína entre os leites não lácteos. Aproximadamente 87% dessa gordura é saturada, composta majoritariamente por ácido láurico, seguido pelos ácidos caprílico e cáprico. No entanto, esses ácidos graxos saturados podem aumentar os níveis de colesterol LDL. Adicionalmente, o nível de cálcio no leite de coco é baixo, representando apenas 4% do valor total diário recomendado, o que o torna uma bebida não láctea com déficit de cálcio (Katz, 2018).

O leite de coco é normalmente produzido por métodos mecânicos, que incluem descascar a noz, separar a polpa, limpá-la e ralá-la. A mistura da polpa ralada com água morna facilita a extração de óleo, leite e componentes aromáticos (Belewu; Belewu, 2007).

3.5 AVANÇOS TECNOLÓGICOS E ESTRATÉGIAS PARA OTIMIZAÇÃO DE ANÁLOGOS DE LEITE

Avanços na pesquisa têm se concentrado na melhoria das propriedades sensoriais, nutricionais e funcionais de substitutos de leite à base de plantas. Quatro áreas principais de desenvolvimento são consideradas fundamentais: estabilidade, remoção de sabores indesejáveis, inativação ou remoção de compostos inibidores e aumento da vida útil (Paul *et al.*, 2019).

A estabilidade das bebidas vegetais está relacionada ao tamanho das partículas da fase dispersa, como glóbulos de gordura, proteínas e partículas sólidas. A presença dessas partículas pode resultar em texturas indesejáveis, afetando o consumo fresco, além de causar separação de fases e sedimentação durante o armazenamento (Maestri *et al.*, 2000).

Sabores indesejáveis podem surgir ao longo do tempo devido à oxidação de ácidos graxos insaturados ou à presença de enzimas como lipoxigenases (Maestri *et al.*, 2000). Para remoção de sabores indesejáveis, técnicas avançadas, como processamento de alta pressão, campos elétricos pulsados, aquecimento ôhmico, plasma frio, extração com fluido supercrítico e microextração em fase sólida, têm mostrado eficácia (Sidhu; Singh, 2016; Varchese; Pare, 2019; Chang *et al.*, 2019).

Além disso, fatores antinutricionais como inibidores de tripsina, ácido fítico, lectinas, taninos, inibidores de protease e saponinas são também desafios comuns nas bebidas vegetais. Métodos físicos (fervura, imersão, germinação, injeção de vapor), químicos (aprisionamento com β -ciclodextrina) e biotecnológicos (fermentação e processamento enzimático) têm sido utilizados para minimizar esses compostos (Obadina *et al.*, 2013; Vagadia *et al.*, 2018; Yuan; Chang, 2010).

4 CONCLUSÃO

Os laticínios à base de plantas consolidam-se como alternativas promissoras ao leite de origem animal, especialmente para indivíduos com intolerância à lactose, alergias alimentares, adeptos do veganismo e consumidores preocupados com a sustentabilidade ambiental. A diversidade de matérias-primas utilizadas resulta em produtos com características nutricionais, sensoriais e funcionais distintas, o que amplia as opções disponíveis no mercado, mas também impõe desafios relacionados à padronização, estabilidade e aceitação sensorial.

De modo geral, os substitutos vegetais apresentam menor teor de proteínas e aminoácidos essenciais quando comparados ao leite bovino, sendo a soja a exceção mais próxima em termos proteicos. Por essa razão, estratégias como fortificação nutricional, combinação de fontes vegetais e aplicação de tecnologias emergentes tornam-se fundamentais para alcançar produtos nutricionalmente equilibrados. Além disso, a presença de compostos bioativos, como fibras, fitoesteróis e polifenóis, confere benefícios adicionais à saúde, reforçando o potencial funcional dessas bebidas.

Avanços tecnológicos recentes têm contribuído significativamente para a melhoria das propriedades sensoriais, redução de sabores indesejáveis, inativação de fatores antinutricionais e aumento da útil dos produtos. No entanto, ainda são necessários estudos que avaliem a biodisponibilidade de nutrientes, os impactos do processamento a longo prazo e a aceitação do consumidor em diferentes contextos culturais.

Dessa forma, os laticínios vegetais representam uma solução inovadora e sustentável, com elevado potencial de crescimento. Investimentos contínuos em pesquisa, desenvolvimento tecnológico e formulações nutricionalmente adequadas são essenciais para consolidar esses produtos como substitutos eficazes e seguros do leite de origem animal.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro para a execução do projeto.

REFERÊNCIAS

- ABOU-DOBARA, M.I.; ISMAIL, M.M.; REFAT, N.M. Chemical Composition, Sensory Evaluation and Starter Activity in Cow, Soy, Peanut and Rice Milk. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*, v.5, n.3, p.1-8, nov. 2016.
- ADEGOKE, G.O.; FALADE, A.T. Effect of *Aframomum danielli* on Peanut Milk Characteristics and Flavor. *Nutrition and Food Technology*, v.3, n.1. 2016.
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). The definition of dietary fiber. *Cereal Foods World*, v.46, n.3. 2001.
- ARYA, S.S.; SALVE, A.R.; CHAUHAN, S. Peanuts as functional food: a review. *Journal of Food Science and Technology*, v.53, n.1, p.31-41, set. 2016.
- AYDAR, E.F.; TUTUNCU, S.; OZCELIK, B. Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *Journal of Functional Foods*, v.70, jul. 2020.
- BEI, Q.; LIU, Y.; WANG, L.; CHEN, G.; WU, Z. Improving free, conjugated, and bound phenolic fractions in fermented oats (*Avena sativa* L.) with *Monascus anka* and their antioxidant activity. *Journal of Functional Foods*, v.32, p.185-194, mai. 2017.
- BELEWU, M.; BELEWU, K.Y. Comparative Physico Chemical Evaluation of Tiger-nut, Soybean and Coconut Milk Sources. *International Journal of Agriculture and Biology*, v.5, n.5, jan. 2007.
- BERRYMAN, C.R.; PRESTON, A.G.; KARMALLY, W.; DECKELBAUM, R.J.; KRIS-ETHERTON, P.M. Effects of almond consumption on the reduction of LDL-cholesterol: a discussion of potential mechanisms and future research directions. *Nutrition Reviews*, v.69, n.4, p.171-185, abr. 2011.
- BOLLEGALA, B.A.N.T.; RAJAPAKSE, N. Development of a method to remove beany flavor in ready-to-server soya drink. In: 1st IFSTSL Annual Research Session, 2015.
- BURKS, A.W. Peanut allergy. *The Lancet*, v.371, n.9623, p.1538-1546, mai. 2008.
- BURTON, G.W.; INGOLD, K.U. Vitamin E as na in vitro and in vivo antioxidant. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v.570, p.7-22. 1989.
- CHALUPA-KREBZDAK, S.; LONG, C.J.; BOHRER, B.M. Nutrient density and nutritional value of milk and plant-based milk alternatives. *International Dairy Journal*, v.87, ago. 2018.
- CHANG, C.; STONE, A.K.; GREEN, R.; NICKERSON, M.T. Reduction of off-flavours and the impact on the functionalities of lentil protein isolate by acetone, ethanol, and isopropanol treatments. *Food Chemistry*, v.277, p.84-95, mar. 2019.
- CHEN, X.; NEGI, S.S.; LIAO, S.; GAO, V.; BRAUN, W.; DRESKIN, S.C. Conformational IgE epitopes of peanut allergens Ara h 2 and Ara h 6. *Clinical and Experimental Allergy: Journal of the British Society for Allergy and Clinical Immunology*, v.46, n.8, p.1120-1128, ago. 2016.

CHEN, Y.; ZHANG, H.; LIU, R.; MATS, L.; ZHU, H.; PAULS, K.P.; DENG, Z.; TSAO, R. Antioxidant and anti-inflammatory polyphenols and peptides of common bean (*Phaseolus vulga* L.) milk and yogurt in Caco-2 and HT-29 cell models. *Journal of Functional Foods*, v.53, p.125-135, fev. 2019.

CHUNG, I-M.; SEO, S-H.; AHN, J-K.; KIM, S-H. Effect of processing, fermentation, and aging treatment to content and profile of phenolic compounds in soybean seed, soy curd and soy paste. *Food Chemistry*, v.127, n.3, p.960-967, aug. 2011.

DAVY, P.; VUONG, Q.V. Soy milk by-product: its composition and utilization. *Food Reviews International*, v.38, n.1. 2022.

DESAI, A.; SMALL, D.M.; MCGILL, A.E.J. Metabolism of raffinose and stachyose in reconstituted skim milk and of n-hexanal and pentanal in soymilk by bifidobacterial. *Bioscience and Microflora*, v.21, n.4, p.245-250, jan. 2002.

DIARRA, K.; NONG, Z.G.; JIE, C. Peanut milk and peanut milk based products production: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v.45, n.5, p.405-423. 2005.

FERNANDO, W.M.A.D.B.; MARTINS, I.J.; GOOZEE, K.G.; BRENNAN, C.S.; JAYASENA, V.; MARTINS, R.N. The role of dietary coconut for the prevention and treatment of Alzheimer's disease: potential mechanisms of action. *The British Journal of Nutrition*, v.114, n.1, p.1-14, jul. 2015.

FLEISCHER, D.M.; GREENHAWT, M.; SUSSMAN, G.; BÉGIN, P.; NOWAK-WEGRZYN, A.; PETRONI, D.; BEYR, K.; BROWN-WHITEHORN, T.; HEBERT, J.; HOURIHANE, J.O'B.; CAMPBELL, D.E.; LEONARD, S.; CHINTHRAJAH, R.S.; PONGRACIC, J.A.; JONES, S.M.; LANGE, L.; CHONG, H.; GREEN, T.D.; WOOD, R.; CHEEMA, A.; PRESCOTT, S.L.; SMITH, P.; YANG, W.; CHAN, E.S.; BYRNE, A.; ASSA'AD, A.; BIRD, J.A.; KIM, E.H.; SCHNEIDER, L.; DAVID, C.M.; LANSER, B.J.; LAMBERT, R.; SHREFFLER, W. Effect of Epicutaneous Immunotherapy vs Placebo on Reaction to Peanut Protein Ingestion Among Children With Peanut Allergy. *JAMA*, v.321, n.10, p.946-955. 2019.

FUKUI, K.; TACHIBANA, N.; WANEZAKI, S.; TSUZAKI, S.; TAKAMATSU, K.; YAMAMOTO, T.; HASHIMOTO, Y.; SHIMODA, T. Isoflavone-free soy protein prepared by column chromatography reduces plasma cholesterol in rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.50, n.20, p.5717-5721, set. 2002.

HAUG, A.; HØSTMARK, A.T.; HARSTAD, O.M. Bovine milk in human nutrition – a review. *Lipids in Health and Disease*, v.25, n.6, set. 2007.

JAYAMANO HAR, J.; DEVI, P.B.; KAVITAKE, D.; PRIYADARISINI, V.B.; SHETTY, P.H. Prebiotic potential of water extractable polysaccharide from red kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *LWT*, v.101, p.703-710, mar. 2019.

JIANG, S.; CAI, W.; XU, B. Food Quality Improvement of Soy Milk Made from Short-Time Germinated Soybeans. *Foods*, v.2, n.2, p.198-212. 2013.

KHAMZAEVA, N.; KUNZ, C.; SCHAMANN, A.; PFERDMENGES, L.; BRIVIBA, K. Bioaccessibility and Digestibility of Proteins in Plant-Based Drinks and Cow's Milk: Antioxidant Potential of the Bioaccessible Fraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.72, n.4, p.2300-2308, jan. 2024.

KUMAR, S.; VERMA, A.K.; DAS, M.; JAIN, S.K.; DWIVEDI, P.D. Clinical complications of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) consumption. *Nutrition*, v.29, n.6, p.821-827, jun. 2013.

KUNDU, P.; DHANKHAR, J.; SHARMA, A. Development of Non Dairy Milk Alternative Using Soymilk and Almond Milk. *Current Research in Nutrition and Food Science*, v.6, n.1, p.203-210, abr. 2018.

LETERME, P. Recommendations by health organizations for pulse consumption. *The British Journal of Nutrition*, v.3, dez. 2002.

LI, X.; YE, C.; TIAN, Y.; PAN, S.; WANG, L. Effect of ohmic heating on fundamental properties of protein in soybean milk. *Journal of Food Process Engineering*, v.41, n.11, dez. 2018.

LIMÓN, R.I.; PEÑAS, E.; TORINO, M.I.; MARTÍNEZ-VILLALUENGA, C.; DUEÑAS, M.; FRIAS, J. Fermentation enhances the content of bioactive compounds in kidney bean extracts. *Food Chemistry*, v.172, p.343-352, abr. 2015.

LOS, F.G.B.; ZIELINSKI, A.A.F.; WOJEICCHOWSKI, J.P.; NOGUEIRA, A.; DEMIATE, I.M. Beans (*Phaseolus vulgaris* L.): whole seeds with complex chemical composition. *Current Opinion in Food Science*, v.19, p.63-71, fev. 2018.

LUDOVICI, V.; BARTHELMES, J.; NÄGELE, M.P.; ENSELEIT, F.; FERRI, C.; FLAMMER, A.J.; RUSCHITZKA, F.; SUDANO, I. Cocoa, Blood Pressure, and Vascular Function. *Frontiers in Nutrition*, v.4, n.36, ago. 2017.

LV, Y-C.; SONG, H-L.; LI, X.; WU, L.; GUO, S-T. Influence of blanching and grinding process with hot water on beany and non-beany flavor in soymilk. *Journal of Food Science*, v.76, n.1, p.20-25, jan.-fev. 2011.

MAESTRI, D.; LABUCKAS, D.O.; GUZMÁN, C.A. Chemical and physical characteristics of a soybean beverage with improved flavor by addition of ethylenediaminetetraacetic acid. *Grasas y Aceites*, v.51, n.5, out. 2000.

MAGALHÃES, M.P.; OLIVEIRA, J. C. Veganismo: aspectos históricos. *Revista Scientiarum Historia*, v.2, n.8, dec. 2019.

MAGUIRE, L.S.; O'SULLIVAN, S.M.; GALVIN, K.; O'CONNOR, T.P.; O'BRIEN, N.M. Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nut. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, v.55, n.3, p.171-178, mai. 2004.

MÄKINEN, O.E.; WANHALINNA, V.; ZANNINI, E.; ARENDT, E.K. Foods for Special Dietary Needs: Non-dairy Plant-based Milk Substitutes and Fermented Dairy-type Products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v.56, n.3, p.339-349. 2016.

MANZOOR, M.F.; AHMAD, N.; AADIL, R.M.; RAHAMAN, A.; AHMED, Z.; REHMAN, A.; SIDDEEG, A.; ZENG, X-A.; MANZOOR, A. Impact of pulsed electric field on rheological, structural, and physicochemical properties of almond milk. *Journal of Food Process Engineering*, v.42, n.8, nov. 2019.

MEKONNEN, M.M.; HOEKSTRA, A.Y. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, v.15, p.1577-1600, mai. 2011.

MOHANTY, D.; MISRA, S.; MOHAPATRA, S.; SAHU, P.S. Prebiotics and synbiotics: Recent concepts in nutrition. *Food Bioscience*, v.26, p.152-160. 2018.

NIKI, E.; YAMAMOTO, Y.; TAKAHASHI, M.; KOMURO, E.; MIYAMA, Y. Inhibition of oxidation of biomembranes by tocopherol. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v.570, p.23-31. 1989.

OBADINA, A.O.; AKINOLA, O.J.; SHITTY, T.A.; BAKARE, H.A. Effect of Natural Fermentation on the Chemical and Nutritional Composition of Fermented Soymilk. *Nigerian Food Journal*, v.321, n.2, p.91-97. 2013.

OLIVEIRA, J. F.; CASSOLI, A.C.; COELHO, E.M.S.; VALENTE, R.F.; BARBOSA, G.H.O.; SILVA, L.T.C.; CORREA, A.C.; REZENDE, L.F.C.; SANTOS, A.L.F.; LADEIRA, J.A.; WERNEQUE, I.C.; CARMO, A.L.S.; PÊGO, S.M.; CARVALHO, A.S.; RIBEIRO, T.V.; PACHECO, I.B.; SANTOS, A.C.S.; PASSOS, A.R.O. Diagnóstico e manejo da intolerância à lactose. *Brazilian Journal of Surgery & Clinical Research*, v.29, n.1, p.111-115, dez-fev. 2019.

OMONI, A.O.; ALUKO, R.E. Soybean foods and their benefits: potential mechanisms of action. *Nutrition Reviews*, v.63, n.8, p.272-283, aug. 2005.

OMRE, P.K.; AKHTAR, J.; KULDEEP; SINGH, P. Influence of Processing Factors on Beany Flavor, Trypsin Inhibitor and Colour of Soymilk. *Chemical Science Review and Letters*, v.6, n.23, p.1875-1885. 2017.

PAUL, A.A.; KUMAR, S.; KUMAR, V.; SHARMA, R. Milk Analog: Plant based alternatives to conventional milk, production, potential and health concerns. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v.60, n.18, p.3005-3023, out. 2019.

PEREIRA, A.C.S.; MOURA, S.M.; CONSTANT, P.B.L. Alergia alimentar: sistema imunológico e principais alimentos envolvidos. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, v.29, n.2, p.189-200, jul.-dez. 2008.

RAMOS, S.; MARTÍN, M.A.; GOYA, L. Effects of Cocoa Antioxidants in Type 2 Diabetes Mellitus. *Antioxidants*, v.6, n.4, out. 2017.

RASANE, P.; JHA, A.; SABIKHI, L.; KUMAR, A.; UNNIKRISHNAN, V.S. Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods – a review. *Journal of Food Science and Technology*, v.52, n.2, p.662-675, fev. 2015.

RESEARCH AND MARKETS. *Plant-based milk market – global forecast*. 2024. Disponível em: <<https://www.researchandmarkets.com>>. Acesso em: 27 dez. 2025.

REYNAUD, Y.; BUFFIÈRE, C.; COHADE, B.; VAURIS, M.; LIEBERMANN, K.; HAFNAOUI, N.; LOPEZ, M.; SOUCHON, I.; DUPONT, D.; RÉMOND, D. True ileal amino acid digestibility and digestible indispensable amino acid scores (DIAASs) of plant-based protein foods. *Food Chemistry*, v.15, fev. 2021.

SAINI, A.; MORYA, S. A Review based study on Soymilk: Focuses on production technology, Prospects and Progress Scenario in last Decade. *The Pharma Innovation Journal*, v.10, n.5, p.486-494. 2021.

SANG, S.; CHU, Y. Whole grain oats, more than just a fiber: Role of unique phytochemicals. *Molecular Nutrition & Food Research*, v.61, n.7, jul. 2017.

SATHE, S.K.; WOLF, W.J.; ROUX, K.H.; TEUBER, S.S.; VENKATACHALAM, M.; SZE-TAO, K.W.C. Biochemical characterization of amandin, the major storage protein in almond (*Prunus dulcis* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.50, n.15, p.4333-4341, jul. 2002.

SETHI, S.; TYAGI, S.K.; ANURAG, R.K. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. *Journal of Food Science and Technology*, v.53, n.9, p.3408-3423, set. 2016.

SIDHU, J.S.; SINGH, R.K. Ultra Hight Pressure Homogenization of Soy Milk: Effect on Quality Attributes during Storage. *Beverages*, v.2, n.2, jun. 2016.

SINGH, B.; SINGH, J.P.; SHEVKANI, K.; SINGH, N.; KAUR, A. Bioactive constituents in pulses and their health benefits. *Journal of Food Science and Technology*, v.54, n.4, p.858-870, nov. 2017.

STERNA, V.; ZUTE, S.; BRUNAVA, L. Oat Grain Composition and its Nutrition Benefice. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, v.8, p.252-256. 2016.

STORZ, M.A.; BROMMER, M.; LOMBARDO, M.; RIZZO, G. Soy milk consumption in the United States of America: An NHANES Data Report. *Nutrients*, v.15, n.11, mai. 2023.

TRIPATHI, A.K.; MISRA, A.K. Soybean – A consummate functional food: A review. *Journal of Food Science and Technology*, v.42, n.2, p.111-119, mar. 2005.

USDA (United States Department of Agriculture). 2014. *Oilseeds: world markets and trade*.
VAGADIA, B.H.; VANGA, S.K.; SINGH, A.; GARIEPY, Y.; RAGHAVAN, V. Comparison of Conventional and Microwave Treatment on Soymilk for Inactivation of Trypsin Inhibitors and In Vitro Protein Digestibility. *Foods*, v.7, n.1, jan. 2018

VANGA, S.K.; RAGHAVAN, V. How well do plant based alternatives fare nutritionally compared to cow's milk? *Journal of Food Science and Technology*, v.55, n.1, p.10-20, jan. 2018.

VARGHESE, T.; PARE, A. Effect of microwave assisted extraction on yield and protein characteristics of soymilk. *Journal of Food Engineering*, v.262, p.92-99, dez. 2019.

VASHISHT, P.; SHARMA, A.; AWASTI, N.; WASON, S.; SINGH, L.; SHARMA, S.; CHARLES, A.P.R.; SHARMA, S.; GILL, A.; KHATTRA, A.K. Comparative review of nutri-functional and sensorial properties, health benefits and environmental impact of dairy (bovine milk) and plant-based milk (soy, almond, and oat milk). *Food and Humanity*, v.2, mai. 2024.

YUAN, S.H; CHANG, K-C.S. Trypsin inhibitor activity in laboratory-produced and commercial soymilk. *ACS Symposium Series*, v.1059, p.23-43, dez. 2010.

ZHANG, Y.C.; ALBRECHT, D.; BOMSER, J.; SCHWARTZ, S.J.; VODOVOTZ, Y. Isoflavone profile and biological activity of soy bread. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.51, n.26, p.7611-7616, dez. 2003.

ZHAO, L.; ZHANG, M.; WANG, H.; DEVAHASTIN, S. Effect of carbon dots in combination with aqueous chitosan solution on shelf life and stability of soy milk. *International Journal of Food Microbiology*, v.326, ago. 2020.