

AVALIAÇÃO SENSORIAL E FÍSICO-QUÍMICA DO DOCE DE LEITE OBTIDO A PARTIR DO LEITE DE AMENDOIM

Nadine Skolaude Timm – Aluno do Curso de Engenharia Química
Escola Politécnica - PUCRS

Resumo

O trabalho aborda o desenvolvimento e análise de um doce de leite inclusivo produzido a partir de leite de amendoim, uma alternativa vegetal ao doce de leite tradicional. A pesquisa objetiva comparar aspectos sensoriais e físico-químicos do produto, determinando seu prazo de validade por meio de testes acelerados. A metodologia inclui extração do leite de amendoim, preparo do doce com adoçantes alternativos (xilitol e frutose), envase e armazenamento em diferentes condições. Os resultados indicaram que o pH do produto influencia diretamente sua estabilidade e segurança microbiológica. Alterações sensoriais e de textura foram observadas após duas semanas em condições ambientes e uma semana em estufa (40°C). O estudo sugere ajustes no pH do produto durante a produção para aumentar sua durabilidade e segurança, além de novos testes para avaliar o impacto na qualidade sensorial.

Palavras-chave: Leite vegetal, Doce de leite, Estabilidade de alimentos, Intolerância à lactose, Alimentos inovadores.

Abstract

The study addresses the development and analysis of an inclusive dulce de leche made from peanut milk, a plant-based alternative to traditional dulce de leche. The research aims to compare the sensory and physicochemical aspects of the product, determining its shelf life through accelerated testing. The methodology includes peanut milk extraction, preparation of the dulce de leche with alternative sweeteners (xylitol and fructose), packaging, and storage under different conditions. The results indicated that the product's pH directly influences its stability and microbiological safety. Sensory and texture changes were observed after two weeks under ambient conditions and one week in an oven (40°C). The study suggests adjusting the product's pH during production to enhance its durability and safety, as well as conducting further tests to evaluate the impact on sensory quality.

Keywords: *Plant-based milk, Dulce de leche, Food stability, Lactose intolerance, Innovative food products.*

1 Introdução

Nos últimos anos, o setor alimentício passou por mudanças significativas, impulsionadas pela crescente busca dos consumidores por produtos mais saudáveis e rótulos com informações mais claras. A demanda por alimentos com benefícios à saúde, como a redução de açúcares e gorduras, tem direcionado as estratégias das indústrias. Dados da *Ingredion* (2023) indicam que 78% dos consumidores estão dispostos a pagar mais por produtos com rótulos limpos - isentos de açúcares e conservantes em sua produção, com rótulos de fácil compreensão, e ingredientes naturais, evidenciando a relevância de uma rotulagem clara e objetiva (*Ingredion*, 2023).

A conscientização crescente sobre intolerâncias alimentares e doenças relacionadas à dieta, como obesidade e diabetes, reforça a importância da rotulagem nutricional. Em resposta, a Anvisa implementou em 2022 novas regras para tabelas nutricionais e rotulagem frontal, destacando ingredientes críticos como açúcares adicionados, gorduras saturadas e sódio, especialmente em produtos com altos teores desses nutrientes (Anvisa, 2022).

Além disso, questões como intolerância à lactose e alergias alimentares têm ganhado destaque. Estudos apontam que cerca de 70% da população adulta global sofre de hipolactasia primária, enquanto 30% enfrentam algum tipo de alergia alimentar (DECKER, et al., 2022). Nesse cenário, alternativas ao leite de vaca, como leites vegetais, vêm conquistando espaço, atendendo tanto consumidores com restrições alimentares quanto aqueles interessados em dietas baseadas em plantas. O consumo de produtos *plant-based* segue em expansão, refletindo uma tendência global de redução do consumo de itens de origem animal. Uma pesquisa europeia da *ProVeg International* (2020) revelou que mais de 70% dos consumidores de alimentos à base de vegetais são veganos ou vegetarianos, enquanto 24% são flexitarianos, que buscam reduzir o consumo de produtos animais.

Entre os produtos *plant-based*, as bebidas alternativas ao leite lideram o mercado. Contudo, há uma demanda crescente por maior diversidade, com produtos que utilizem diferentes matérias-primas, oferecendo sabores variados e atendendo às preferências dos consumidores (*ProVeg International*, 2020).

Neste contexto, este trabalho busca acompanhar a evolução sensorial e físico-

química do doce de leite produzido a partir de leite de amendoim ao longo do tempo. O objetivo é determinar seu prazo de validade e validar sua viabilidade como uma alternativa vegetal ao doce de leite tradicional, à base de leite bovino.

1 Fundamentação Teórica

Conforme pesquisa publicada pela *Ingredion*, em 2023, os 10 fatores cruciais para aquisição de um alimento são rótulos limpos e de fácil compreensão: preço; verificação dos ingredientes; verificação de nutrientes; alegações de saúde, como saúde digestiva, açúcares reduzidos ou sem adição de açúcares; sem aditivos ou ingredientes artificiais; alegações de redução ou ausência de gordura; produto orgânico e produto sustentável. Ainda, 78% dos consumidores alegam estar dispostos a pagar mais por produtos que estão dentro dos fatores de avaliação. Seguindo esse raciocínio, nas últimas décadas, as indústrias alimentícias vêm aderindo ao rótulo limpo, substituindo ingredientes sem comprometer sabor e textura do produto final (*Ingredion*, 2023; VENÂNCIO et al. 2020).

Conforme publicado pela Secretaria Estadual da Saúde do Estado de Pernambuco, alergias alimentares atingem 30% da população mundial (Secretaria Estadual da Saúde, 2024). Em 2015, a Anvisa criou uma norma, a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 26/2015, que estabeleceu os requisitos para declaração obrigatória dos principais alimentos que causam alergia alimentar, determinando que os rótulos dos alimentos industrializados deverão informar a presença dos seguintes ingredientes: trigo, centeio, cevada, aveia e estirpes hibridizadas; crustáceos, ovos, peixes, amendoim, soja, leite de todos os mamíferos, amêndoa, avelã, castanha de caju, castanha do Pará, macadâmia, noz pecã, pistache, pinoli e castanhas. Estes produtos devem trazer a informação: “Alérgicos: Contém (nomes comuns dos alimentos que causam alergias alimentares)”, “Alérgicos: Contém derivados de (nomes comuns dos alimentos que causam alergias alimentares)” ou “Alérgicos: Contém (nomes comuns dos alimentos que causam alergias alimentares) e derivados” (Anvisa, 2019).

Nos casos em que não for possível garantir a ausência de contaminação cruzada dos alimentos – que é a presença acidental de qualquer alérgeno alimentar não adicionado à receita, mas que tenha entrado em contato com os produtos no processo de produção ou de manipulação –, deve constar no rótulo a declaração “Alérgicos: Pode conter (nomes comuns dos alimentos que causam alergias alimentares)” (Anvisa, 2019).

Atualmente, o leite é um dos alimentos mais presentes na dieta do ser humano, seja direta ou indiretamente, através de queijos, iogurtes e manteiga. Em sua composição estão presentes os principais macronutrientes: proteínas, gorduras e carboidratos, além de ser fontes de cálcio, potássio, fósforo, riboflavina, magnésio, zinco e vitaminas liposolúveis, sendo importante para crianças, adolescentes e adultos. Entretanto, apenas 35% da população mundial acima de 7 ou 8 anos pode digerir lactose sem repercussões indesejáveis (DECKER et al., 2022).

A lactose é o principal carboidrato do leite animal, conferindo um sabor levemente adocicado. Trata-se da maior fonte de carboidratos dos lactentes e em especial naquelas sociedades tradicionais, principalmente as denominadas de “cultura primitiva”, nas quais o período de amamentação é exclusivo e prolongado, portanto, a lactose se constitui praticamente na única fonte de carboidrato na dieta do lactente até o início do desmame. A lactose somente é encontrada na natureza como produto específico da secreção da glândula mamária, sendo descoberta em 1633 por Bartoletus, em Bolonha, mas sua síntese química somente foi obtida em 1927, por Haworth, nos Estados Unidos (Igstroped, 2023).

Desconfortos gastrointestinais em adultos após o consumo do leite e derivados foram descritos em antigos textos gregos e romanos, porém, até meados do século XX não eram conhecidos relatos clínicos da deficiência de lactase; portanto, o problema não tinha sido estudado até o desenvolvimento das novas técnicas para se determinar laboratorialmente a ação enzimática da lactase no intestino. Conseqüentemente a alta prevalência da diminuição da atividade da lactase em adultos saudáveis foi descrita somente na década de 1960 por A. Dahlqvist. A partir das décadas de 1960 e 1970 inúmeras pesquisas no mundo passaram a demonstrar que o desaparecimento da atividade da lactase, na vida adulta, é uma condição comum nos seres humanos e nos demais mamíferos (Igstroped, 2023).

A intolerância à lactose (IL) é definida como incapacidade de hidrolisar a lactose, principal carboidrato encontrado no leite animal e derivados, por ação reduzida ou ausente da enzima lactase. Tal condição tem alta prevalência na população geral e resulta em diferentes manifestações gastrointestinais como diarreia e dores abdominais (DECKER et al., 2022).

A Intolerância à lactose pode ser classificada em 3 diferentes tipos: 1) Hipolactasia Congênita - não há ou há atividade muito reduzida da enzima desde o nascimento; 2)

Hipolactasia Primária - resultado direto do declínio fisiológico e progressivo da atividade da lactase no intestino, à medida que a criança começa a introduzir outros alimentos na dieta e substituir o leite. O aparecimento é comum dos 7 aos 12 anos de idade, até os 30 anos. Está presente em 70% da população adulta global. 3) Hipolactasia Secundária - deficiência transitória da lactase devido a outras condições que acometem, principalmente, as vilosidades intestinais, como a doença celíaca. Ou seja, qualquer condição que cause agressão ao intestino delgado, pode diminuir a atividade da enzima (DECKER et al., 2022).

Conforme Silva et al. (2020), a lactose nos alimentos é analisada por seis tipos de métodos: enzimáticos - métodos em que o substrato de interesse sofre ação de uma ou mais enzimas e o produto é quantificado através de equipamentos como o espectrofotômetro; titulométricos, nesse englobando o método de Lane-Eynon e Cloramina-T; cromatográficos – englobando cromatografia líquida e cromatografia de íons; biossensores; glicosímetros adaptados a produtos lácteos; e espectroscopia RAMAN – radiação (SILVA et al., 2019).

Diante desses fatores, uma alternativa da indústria de alimentos é a produção de bebidas à base de extratos vegetais (soja, arroz, milho, castanha, etc.), estes chamados também de “leites” vegetais. Essas bebidas são utilizadas como substitutos em casos de alergia à proteína do leite de vaca e intolerância à lactose (FOURREAU et al., 2012).

A denominação de “leites” vegetais se dá à bebida própria para consumo, obtida de matéria-prima vegetal, cujas características organolépticas e físico-químicas se assemelham muito ao leite de origem animal (ENIG, 1995). O leite de soja, por exemplo, é comercializado em grande escala desde os anos 80. Além da soja, é possível também a obtenção do leite a partir das oleaginosas e grãos considerados nutritivos como as castanhas, amêndoas, arroz, aveia, coco, entre outros (WONG, 2013).

Conforme pesquisa realizada em 2018 mais de 26% do público consome bebida vegetal com foco na saúde ou incluem os leites vegetais na dieta, enquanto 19,1% dos entrevistados consomem por alguma razão de saúde. Quando avaliado a frequência do consumo, observa-se que 34,3% consomem, mas tem interesse, e 20,1% consomem com uma frequência maior na semana. Foi realizado um teste de aceitabilidade dos leites vegetais nos sabores de amêndoa, arroz, coco e soja, e observa-se que o leite de arroz apresentou maior aceitação, com 69,5%, seguido do leite de coco com 68,7% e soja com 56,4%. O leite de amêndoa foi avaliado com menor aceitação (23%) (SILVIA et al.,

2018).

Produtos sem a lactose é uma tendência que vem atraindo as indústrias para atender estes consumidores específicos, tendo em vista os alérgicos, intolerantes e aqueles que optam por não consumir derivados animais. Porém a gama de produtos disponíveis nos grandes mercados não se compara aos produtos à base de leite de vaca e seus derivados, sendo então, além de tendência, uma necessidade para obter novos produtos com boa aceitação pelos consumidores que crescem em número a cada dia. Neste contexto, verifica-se que uma parcela da população busca por hábitos alimentares mais saudáveis, em relação a novos produtos, mesmo ainda apresentando algum receio (Eike, et al., 2015).

No quesito oleaginosas, em matéria publicada pela Unimed foi abordado os principais benefícios do amendoim. O grão do amendoim possui de 25 a 32% de proteína (albuminas e globulinas), 8 a 12% de carboidrato, 3% de fibra, e 2,5% de minerais. Em estudo realizado por *JAMA Networking* (2015), foi constatado que o consumo de amendoim favorece a prevenção de doenças cardiovasculares e previne diabetes tipo 2 (*JAMA Networking*, 2015; Unimed, 2017).

Por outro lado, o consumo desse alimento natural e com tantas propriedades pode causar danos à saúde dos consumidores. Isso se deve ao fato de que o amendoim pode estar contaminado por fungos tóxicos produtores de micotoxinas. Dentre estas se destacam as aflatoxinas, que são altamente tóxicas e de ampla ocorrência. Como a preocupação com a saúde vem crescendo, assim como o consumo dos alimentos funcionais, é importante conhecer melhor os riscos que o consumo de amendoim representa para a saúde humana. Os altos índices de proteínas e óleos determinam a grande susceptibilidade à contaminação por fungos, que pode ocorrer em todas as fases da produção em decorrência de alterações de temperatura e umidade. Isso acaba inviabilizando o grão e prejudicando a segurança do alimento para consumo humano e animal (EMBRAPA, 2004).

A produção brasileira de amendoim saltou de 346,8 mil toneladas na safra 2014/15 para uma estimativa de 746,7 mil toneladas no ciclo 2021/22, um aumento de 115%, como apontam dados da Companhia Nacional de Abastecimento. O bom resultado é reflexo principalmente do aumento da área destinada para a cultura, que chega a quase dobrar quando os dois ciclos são comparados. Maior produtor de amendoim do país, o estado de São Paulo é responsável por 92,8% dessa projeção, com uma safra estimada em

692,7 mil toneladas e expectativa de crescimento (Conab, 2022).

Além da Intolerância à lactose, os casos de obesidade e diabetes vêm crescendo, também impactando diretamente na indústria alimentícia. O aumento de peso tem alcançado proporções preocupantes em todas as classes sociais. Em 2016, cerca de 23% da população mundial já vivia com excesso de peso (SHEKAR, 2020).

A pesquisa de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (Vigitel), realizada com adultos com 18 anos ou mais, residentes nas capitais brasileiras, revelou que, em 2006, a prevalência de excesso de peso era de 47,5% entre os homens e 38,5% entre as mulheres. Nesse mesmo ano, a prevalência de obesidade foi de 11,4% nos homens e 12,1% nas mulheres. Já em 2019, a prevalência de excesso de peso aumentou para 57,1% entre os homens e 53,9% nas mulheres, enquanto a prevalência de obesidade subiu para 19,5% nos homens e 21% nas mulheres (Ministério da Saúde, 2019).

O diabetes, condição fortemente associada à obesidade, afeta 10,2% da população brasileira, segundo a pesquisa Vigitel Brasil 2023. Este índice representa um aumento em relação a 2021, quando era de 9,1%. O último levantamento Vigitel também aponta que o diagnóstico de diabetes é mais comum entre as mulheres (11,1%) do que entre os homens (9,1%) (Ministério da Saúde, 2023).

Com o objetivo de facilitar a informação ao consumidor e evitar erros de interpretação ou o consumo de produtos indesejados, a Anvisa anunciou, em 2022, uma nova legislação para Tabelas Nutricionais. A tabela agora deve ser apresentada com letras pretas sobre fundo branco, eliminando o uso de contrastes que possam dificultar a leitura das informações. Outra mudança importante foi a obrigatoriedade de incluir os açúcares totais e adicionados, o valor energético e os nutrientes por 100 g ou 100 ml, visando facilitar a comparação entre produtos, além de incluir o número de porções por embalagem (Anvisa, 2022).

A tabela nutricional também precisa ser posicionada próxima à lista de ingredientes, em uma superfície contínua, sem divisões. Não pode ser colocada em áreas cobertas, locais deformados ou de difícil visualização. A única exceção aplica-se a produtos com embalagens pequenas (área de rotulagem inferior a 100 cm²), nos quais a tabela pode ser apresentada em áreas encobertas, desde que acessíveis (Anvisa, 2022).

A principal inovação das novas regras é a rotulagem nutricional frontal, um

símbolo informativo que deve ser exibido na parte frontal da embalagem. Esse símbolo foi criado para informar o consumidor, de forma clara e simples, sobre o alto conteúdo de nutrientes críticos para a saúde. O *design* adotado é o de uma lupa, que identifica quando há alto teor de três nutrientes: açúcares adicionados (a partir de 15g/100g de alimento), gorduras saturadas (6g/100g) e sódio (600mg/100g). Esse símbolo deve ser aplicado na parte superior da face frontal da embalagem (Anvisa, 2022).

Ainda no contexto das atualizações de regras e orientações no setor alimentício, em julho de 2024, a Anvisa publicou a atualização do Guia para Determinação da Validade dos Alimentos, que aborda tanto métodos diretos quanto indiretos de análise. Os métodos diretos envolvem o monitoramento e a análise da qualidade dos produtos em estudo, sob condições controladas de armazenamento. Esse método exige que os alimentos sejam armazenados por um período igual ou superior ao prazo de validade pretendido, permitindo observar, testar e registrar mudanças nas características dos produtos ao longo do tempo (Anvisa, 2024).

Por outro lado, os métodos diretos podem ser demorados e dispendiosos, especialmente para determinados tipos de alimentos. Como alternativa, podem ser utilizados métodos indiretos, como estudos de estabilidade acelerada ou modelos preditivos, que ajudam a estimar o prazo de validade dos produtos. No entanto, por se tratar de estimativas baseadas em previsões, é crucial que os dados obtidos por meio desses métodos sejam confirmados por estudos de longa duração ou de acompanhamento, já que os pressupostos subjacentes a essas previsões podem nem sempre ser confiáveis (Anvisa, 2024).

A qualidade das matérias-primas e a higiene (de ambientes, manipuladores e superfícies) representam a contaminação inicial. O tipo de alimento e as condições ambientais regulam a multiplicação. Os fatores inerentes ao alimento podem ser também chamados de parâmetros intrínsecos, como por exemplo, o pH e a atividade de água (Aa) e aqueles inerentes ao ambiente de parâmetros extrínsecos, como a temperatura, a umidade relativa (UR) e a presença de gases. Tais fatores podem ser ótimos ou limitantes, interferindo sobremaneira na multiplicação de microrganismos, inclusive os patogênicos transmitidos por alimentos, causadores principalmente de infecções e intoxicações de origem alimentar (HOFFMANN, 2001).

A análise sensorial é definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993) como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar

reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição. A qualidade sensorial do alimento e a manutenção dela favorecem a fidelidade do consumidor a um produto específico em um mercado cada vez mais exigente (TEXEIRA, 2009).

- a) Cor - O primeiro contato do consumidor com um produto costuma ser visual, destacando-se a cor e a aparência. Cada produto tem uma cor e uma aparência esperadas, que influenciam reações de aceitação, indiferença ou rejeição. A forma visual pode remeter à forma natural ou seguir uma apresentação comercial culturalmente consagrada. A cor possui três características principais:
 - Tom: definido pelo comprimento de onda da luz refletida pelo objeto.
 - Intensidade: relacionada à concentração de substâncias corantes no alimento.
 - Brilho: quantidade de luz refletida pelo objeto em relação à luz que incide sobre ele.
- b) Odor - De acordo com a ABNT (1993), odor é a propriedade sensorial percebida pelo olfato ao aspirar substâncias voláteis. Muitas substâncias possuem notas características, e os alimentos frequentemente combinam diversas notas, como as notas doces e ácidas da maçã, identificadas por especialistas graças à memória olfativa. Características do odor incluem:
 - Intensidade: associada à nota do odor e sua concentração.
 - Persistência: relacionada ao tempo de duração do odor.
 - Saturação: refere-se à adaptação do sistema nervoso, que pode reduzir a percepção do odor com o tempo.
- c) Sabor - O sabor é uma propriedade sensorial percebida na cavidade bucal através das papilas gustativas, identificando os gostos primários: ácido, amargo, doce e salgado. O sabor, termo equivalente ao inglês "flavour", é uma experiência mista, integrando sensações olfativas, gustativas e táteis, percebidas durante a degustação. O sabor também é influenciado por efeitos táteis, térmicos e sinestésicos, o que distingue os alimentos. Características importantes do sabor incluem:
 - Tempo de percepção: quanto tempo leva para ser percebido pelo paladar.
 - Sabor residual: o gosto que persiste na boca após a deglutição.
- d) Textura - A textura é a característica percebida principalmente pelo tato,

representando as propriedades reológicas e estruturais de um alimento, perceptíveis por receptores táteis, visuais e auditivos (ABNT, 1993). Manifesta-se quando o alimento sofre deformação, revelando resistência, coesividade, fibrosidade, entre outras propriedades. A textura se divide em três categorias:

- Mecânica;
 - Geométrica;
 - Composição, podendo ser subdivididas em primárias e secundárias.
- e) Som - Os alimentos produzem sons característicos durante o consumo ou preparo, associados especialmente à sua textura e facilmente reconhecíveis pela experiência prévia dos consumidores (TEIXEIRA et al., 1987; MORALES, 1994).

A refratometria na escala Brix° se constitui em um método físico para medir a quantidade de sólidos solúveis presentes em uma amostra. A escala Brix° é calibrada pelo número de gramas de açúcar contidos em 100g de solução. Quando se mede o índice de refração de uma solução de açúcar, a leitura em percentagem de Brix° deve combinar com a concentração real de açúcar na solução. As escalas em percentagem de Brix° apresentam as concentrações percentuais dos sólidos solúveis contidos em uma amostra. Os sólidos solúveis contidos é o total de todos os sólidos dissolvidos na água, constituindo-se, basicamente, de açúcares (sacarose, frutose e glicose), e, por isso, o Brix° é considerado basicamente como a percentagem de açúcar presente na amostra (Odontol., 2011).

2 Metodologia

A metodologia deste trabalho é baseada no desenvolvimento de um doce de leite à base de leite de amendoim, um produto inovador que ainda não é comercializado. O processo de fabricação inicia-se com a extração do leite de amendoim, utilizando uma proporção de 250 mL de água para cada 100 g de amendoim, definida após testes com outras proporções. Inicialmente, 700 g de grãos de amendoim foram deixados em imersão em 1750 mL de água por 20 minutos, com o objetivo de facilitar a extração do leite. O tempo de 20 minutos foi obtido após testes experimentais variando o tempo de imersão. Em seguida, a mistura de água e grãos de amendoim, devido às capacidades do triturador

e panelas para fervura, foi dividida em duas partes e, cada uma, triturada por 1 minuto. Após essa etapa, o leite de amendoim foi separado do bagaço por meio de filtração com um pano de coagem. O bagaço resultante foi reservado para ser utilizado como subproduto, na forma de farinha de amendoim, otimizando assim o processo produtivo e minimizando o desperdício.

O leite de amendoim extraído foi submetido à fervura em duas porções de 635 mL, por 1 hora, até atingir a consistência ideal, devido à evaporação da água. Após essa etapa, iniciou-se a fabricação do caramelo, utilizando uma mistura de xilitol e frutose. Para 1270 mL de leite de amendoim, foram adicionados 200 gramas de frutose e 100 gramas de xilitol. A frutose (200 g) foi levada ao fogo por 1 minuto, até obter-se uma textura caramelizada, enquanto o xilitol (100 g) foi adicionado diretamente ao leite de amendoim já cozido. O caramelo pronto foi então homogeneizado ao leite de amendoim, resultando no doce de leite final.

Para o envase, foram utilizados frascos de vidro com capacidade de 40 ml, resultando em um total de 33 unidades, cada uma pesando 35 g. O bagaço, amendoim e água, foi encaminhado à secagem e trituração para fabricação de farinha, resultando em um processo sem desperdícios significativos.

Os frascos foram higienizados com água e sabão neutro e fervidos por 15 minutos, permitindo que secassem naturalmente. As tampas foram higienizadas com álcool 70%. O envase foi realizado com o produto ainda quente, e, após o fechamento das unidades, o produto envasado foi submetido a fervura por 15 minutos, seguido de resfriamento natural.

As análises de controle de qualidade foram iniciadas no dia 0, horas após o envase. O lote de produtos foi dividido em duas condições de armazenamento: temperatura ambiente – sem controle de temperatura e estufa com temperatura controlada a 40°C. Em cada ambiente, foram alocadas 15 unidades de doce de leite de amendoim, destinadas a análises semanais em triplicata, ao longo de 5 semanas. Assim, foram realizadas 6 análises por semana, sendo 3 de amostras mantidas em temperatura ambiente e 3 de amostras mantidas na estufa.

A temperatura da estufa foi fixada em 40°C, com o objetivo de submeter o produto a condições de armazenamento mais severas que as normais, acelerando as reações

químicas que podem ocorrer no alimento. Tal abordagem permite estimar o prazo de validade em menor tempo. Segundo o "Guia para determinação de prazo de validade de alimentos" (Anvisa, 2024), o aumento de aproximadamente 10°C dobra a taxa de reações químicas, o que implica que um mês de armazenamento em estufa a 40°C equivale a dois meses de armazenamento em condições normais.

As análises foram realizadas em triplicata no dia 0 (imediatamente após a fabricação do lote) e semanalmente, durante 5 semanas. O doce de leite puro foi submetido as análises de pH – utilizado para avaliar degradação do produto, BRIX° – confirmar a adição de adoçantes, e sensorial – a fim de avaliar as propriedades do produto ao longo do tempo. O pH foi medido utilizando um pHmetro calibrado (equipamento QUIMIS 9488AS), e o BRIX° foi determinado em um refratômetro (equipamento Milwaukee MA871 Refractometer). As análises sensoriais foram realizadas pela autora deste trabalho, no laboratório de análises, imediatamente após abertura de cada amostra.

O pH igual a 4,5 é muito importante em microbiologia de alimentos, pois abaixo desse valor não há o desenvolvimento de, de forma geral, bactérias patógenas. A microbiota de alimentos pouco ácidos (pH > 4,5) é muito variada, havendo condições para o desenvolvimento da maioria das bactérias, inclusive as patogênicas, bolores e leveduras (HOFFMANN, 2001).

As análises sensoriais são realizadas pelo sistema sensorial humano: olfato, gustativo, tátil, auditivo e visual. Esses sistemas avaliam os atributos dos alimentos, ou seja, suas propriedades sensoriais (MORALES, 1994). As propriedades utilizadas para análise neste trabalho foram: cor, odor, sabor e textura. Todas as propriedades sensoriais avaliadas foram baseadas no produto obtido no dia zero. A refratometria na escala Brix° foi utilizada como comparativo com o valor de adoçantes adicionados. Para análise de Brix°, a amostra foi diluída em 1:1 com água deionizada. Ou seja, o valor obtido na amostra representa 50% do valor real.

4 **Resultados**

A produção de doce de leite resultou em 33 unidades de 35 g cada, um rendimento de 1115 g de doce de leite de amendoim. Com base nas quantidades de amendoim e água

adicionados, o leite teve um rendimento de 52%. O rendimento do doce de leite, produzido a partir do leite de amendoim (1270 mL) e adoçantes adicionados (300 g) foi de 73%.

No dia zero, considerado o dia de produção do doce de leite de amendoim, foram realizadas as seguintes análises: sensoriais, pH em amostra diluída com 1:1 com água deionizada e Brix°. Essas análises foram realizadas em triplicata e repetidas semanalmente, por cinco semanas (também em triplicata), tanto para o lote em estufa a 40°C – temperatura estabelecida a 10°C acima da T ambiente a fim de duplicar as reações de degradação, quanto para em temperatura ambiente, com o objetivo de analisar a qualidade e degradação do produto para validação de tempo de validade de prateleira.

Os resultados obtidos no dia zero foram apresentados na Tabela 1:

Tabela 1 - Análises dia zero

Triplicata	Doce de Leite (g)	Água (g)	Fator Diluição	pH	BRIX°
1	10,1	10,4	1,0	4,6	29,8
2	10,1	9,9	1,0	4,6	28,8
3	10,0	10,0	1,0	4,7	29,6

Fonte: O autor, 2024.

Em pH maiores que 4,5, é favorecido o desenvolvimento da maioria das bactérias, inclusive as patogênicas, bolores e leveduras (Brasil Alimentos, 2001). O ajuste de pH não foi realizado e a análise de validade será baseada no produto sem conservantes, indicando ser um propício para proliferação de microrganismos. Considerando que os adoçantes adicionados representam 300 g de 1115 g de doce de leite de amendoim, ou seja, 26,9 g em 100 g de produto e a amostra foi diluída em 1:1, o resultando do Brix° para amostra pura é de, em média, 29,4, comprovando a quantidade de adoçantes adicionado.

Após 7 (sete) dias, iniciaram-se as análises para determinação de tempo de validade, em triplicata, para temperatura ambiente e estufa a 40°C. Os resultados médios das análises ao longo das cinco semanas em temperatura ambiente são apresentados na Tabela 2:

Tabela 2 - Análises em temperatura ambiente

	pH	Desvio Padrão pH	Brix°	Desvio Padrão Brix°
Semana 1	5,8	0,1	15,6	0,8
Semana 2	6,0	0,4	14,9	0,4
Semana 3	5,2	0,3	14,6	1,9
Semana 4	4,3	0,1	14,6	0,6
Semana 5	5,1	0,2	14,6	0,6

Fonte: O autor, 2024.

Os resultados médios, obtidos ao longo das cinco semanas em estufa são apresentados na Tabela 3:

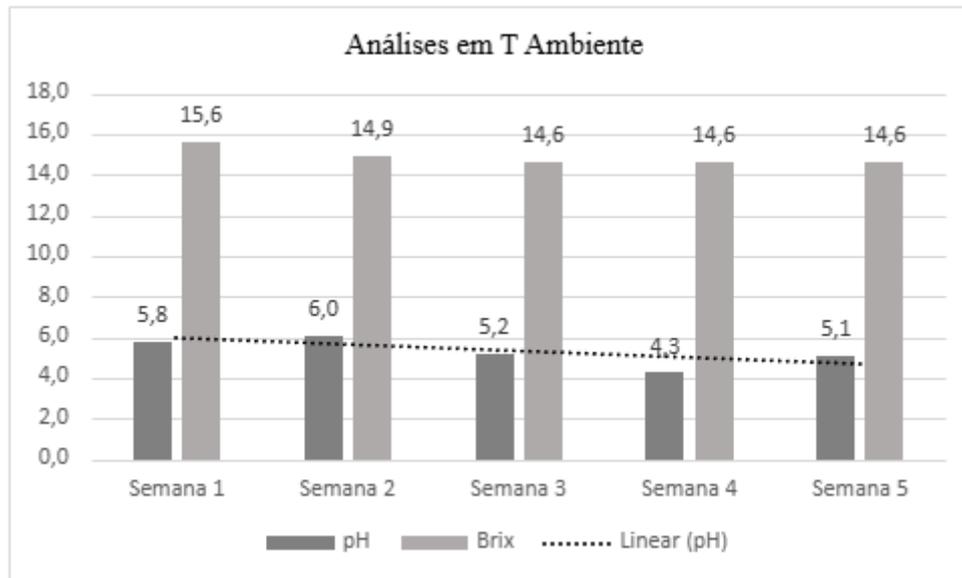
Tabela 3 - Análises em estufa (40°C)

	pH	Desvio Padrão pH	Brix°	Desvio Padrão Brix°
Semana 1	5,7	0,1	14,6	0,5
Semana 2	4,1	0,5	14,9	0,5
Semana 3	4,3	0,8	15,0	0,3
Semana 4	3,8	0,1	15,0	0,2
Semana 5	4,8	0,1	14,9	0,7

Fonte: O autor, 2024.

Apesar da alteração no pH, até a semana 2, conforme testes sensoriais, não foi identificado redução da qualidade do produto. Na semana 3, uma de três amostras alocada na estufa, apresentou pH muito fora do padrão e o teste sensorial demonstrou que o produto não estava apropriado para consumo. Produtos com teste sensorial indicando azedo, cor inadequada e pH alterado para aproximadamente 3, indicam a presença de microrganismos que se proliferam em ambientes com oxigênio limitado, temperatura até 45°C e *habitat* como água ou vegetais. Alguns exemplos desses microrganismos são: *Listeria monocytogenes*, *Salmonella sp* e *Yersinia enterocolitica* (HOFFMANN, 2001). Na Figura 1 é apresentado o gráfico dos resultados obtidos das análises em temperatura ambiente, com tendência de decréscimo de pH e Brix° constante.

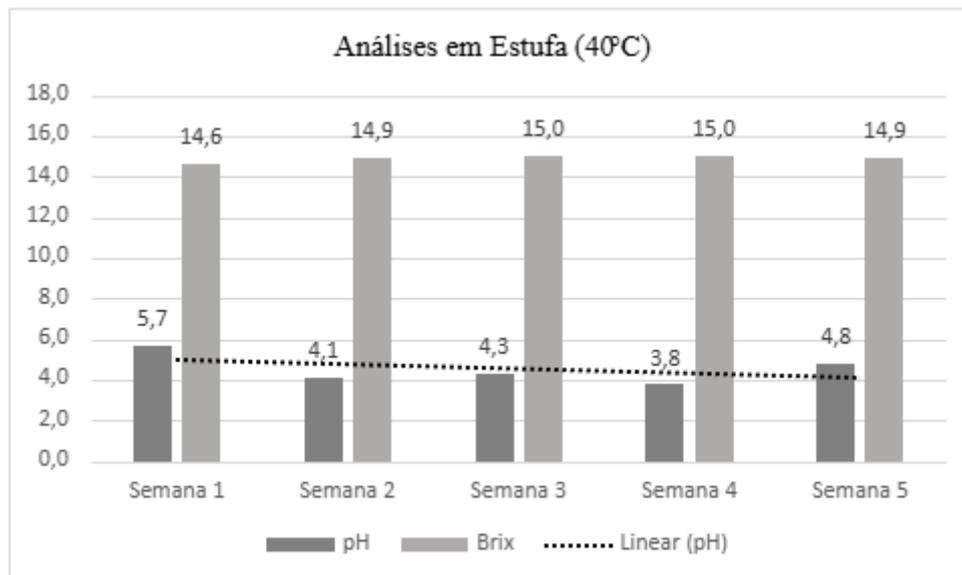
Figura 1 - Análises em Temperatura Ambiente



Fonte: O autor, 2024.

Na Figura 2 é apresentado o gráfico dos resultados obtidos das análises em estufa a 40°C, com tendência de decréscimo de pH e Brix° constante.

Figura 2 - Análises em Estufa (40°C)



Fonte: O autor, 2024.

Após a conclusão do teste de validade, foi observado uma tendência de redução de pH até a semana 4, indicando a degradação do produto. Além do pH alterado, a partir da semana 4, os testes sensoriais das amostras alocadas na estufa também indicaram degradação. Apesar do teste sensorial definido como “azedo” não ter se repetido, as amostras tiveram consistência alterada.

O teste acelerado de validade foi realizado em estufa a 40°C, ou seja, 10°C acima da temperatura ambiente máxima comum no Rio Grande do Sul. O teste de validade acelerado com 10°C acima representa uma validade referente ao dobro do tempo em que ele foi armazenado. Tendo isso em mente, as análises realizadas em estufa na semana 1, seriam vistas nas análises em temperatura ambiente na semana 2, as análises da semana 2, vistas na semana 4, e assim por diante, o que foi comprovado.

Tabela 4 – Comparativo pH em Temperatura Ambiente e Estufa

Estufa	Temperatura Ambiente
Semana 1 – 5,7	Semana 2- 6,0
Semana 2 – 4,1	Semana 4 - 4,3

Fonte: O autor, 2024.

Há valores mínimos, ótimos e máximos de pH. De modo geral pH neutro (6,5 - 7,5) é o ideal. As bactérias não toleram grandes variações de pH, já fungos e leveduras são mais acidófilos. Em função do pH, os alimentos são divididos em 3 grupos: os alimentos de baixa acidez, quem têm pH superior a 4,5; os alimentos ácidos, que têm pH entre 4,0 e 4,5, e os alimentos muito ácidos, que tem pH inferior a 4,0. Esta classificação está baseada no pH mínimo para multiplicação e produção de toxina de *Clostridium botulinum* (4,5) e no pH mínimo para multiplicação da grande maioria das bactérias (4,0). Dessa forma, alimentos de baixa acidez (pH > 4,5) são os mais sujeitos a multiplicação microbiana, tanto de espécies patogênicas quanto de espécies deteriorantes (EEEP, 2012).

A redução do pH de um alimento contribui para reduzir a capacidade de desenvolvimento microbiano. Entre os principais fatores que reduzem o prazo de validade estão a carga microbiana inicial e a temperatura de conservação. A carga microbiológica inicial torna-se num fator preponderante quando a temperatura de conservação não é adequadamente mantida. Um aumento de poucos graus na temperatura pode resultar no crescimento de diferentes tipos de microrganismos, alguns dos quais responsáveis por alterações nas características de qualidade dos produtos, enquanto outros podem ter implicações ao nível da segurança alimentar (GASPAR, Pedro Dinis, 2009).

3 Conclusão

Os testes realizados no doce de leite à base de leite de amendoim demonstraram que este produto inovador apresenta uma estabilidade limitada quando exposto a condições ambientais e aceleradas. O pH mostrou-se instável após uma semana em estufa a 40°C e duas semanas em temperatura ambiente, confirmando que o armazenamento a temperaturas elevadas acelera a degradação, equivalente ao dobro do tempo em condições normais. Alterações sensoriais e texturais foram observadas após esses períodos, indicando uma degradação progressiva. Apesar disso, apenas 3% das amostras apresentaram alterações sensoriais significativas relacionadas ao sabor, indicando uma ocorrência pontual, ou seja, erro de processo.

O estudo destacou a importância do pH como um fator crítico que influencia diretamente a vida útil e a segurança microbiológica do produto. Produtos com pH acima de 4,5 são mais propensos à proliferação microbiana, incluindo bactérias patogênicas, bolores e leveduras, evidenciando a necessidade de um controle rigoroso do pH durante a produção para melhorar a estabilidade e a segurança do produto.

Como continuidade do estudo, recomenda-se a redução do pH do produto para valores abaixo de 4,5 durante a etapa de produção. Esse ajuste criará um ambiente menos favorável ao crescimento microbiano, potencialmente ampliando a validade do produto. Testes adicionais devem ser realizados para avaliar o impacto dessa modificação nos atributos sensoriais, como textura e sabor, garantindo a aceitação do consumidor.

Este estudo também destacou o potencial do leite de amendoim como uma base versátil e nutritiva para o desenvolvimento de alimentos inclusivos. Seu uso responde à crescente demanda dos consumidores por opções vegetais e livres de lactose, atendendo às necessidades de indivíduos com restrições alimentares, como intolerância à lactose ou alergias, além de pessoas que buscam estilos de vida mais saudáveis e sustentáveis.

Além disso, a pesquisa contribui para o campo da inovação alimentar ao explorar métodos para otimizar a validade do produto sem a dependência de conservantes sintéticos, alinhando-se à tendência de mercado por produtos com rótulo limpo. Com a implementação das melhorias sugeridas e a realização de novas análises sensoriais e físico-químicas, este trabalho pode abrir caminho para a comercialização de uma

alternativa competitiva ao doce de leite tradicional, atendendo critérios de saúde, inovação e sustentabilidade.

Agradecimentos

A conclusão deste trabalho não seria possível sem o apoio e a colaboração de muitas pessoas e instituições, que desempenharam papéis fundamentais ao longo desta jornada acadêmica. Primeiramente, expresso minha imensa gratidão à minha família, que foi o alicerce fundamental ao longo de toda esta jornada acadêmica. A vocês, que me ofereceram apoio, paciência e incentivo nos momentos mais desafiadores, dedico este trabalho com todo o meu coração. Cada palavra de encorajamento e gesto de compreensão foi indispensável para que eu pudesse seguir em frente e alcançar este objetivo. Agradeço também a minha orientadora, Aline Lucas, que com generosidade e dedicação, compartilhou seus conhecimentos e experiências, orientando cada etapa deste trabalho. Suas contribuições foram essenciais para a qualidade e profundidade desta pesquisa. À laboratorista Fe, deixo meu sincero agradecimento por disponibilizar os recursos e por estar sempre pronta para auxiliar os experimentos, garantindo a precisão e o sucesso das análises realizadas. Por fim, estendo minha gratidão a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, seja por meio de suporte técnico, intelectual ou emocional. Este TCC é resultado de um esforço conjunto, e cada contribuição foi de inestimável importância para sua concretização. A todos, meu mais sincero obrigado.

Referências

ABNT. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia**. 1993. 8 p.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Medidas de segurança alimentar. 2019. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/en_US/noticias?p_p_id=101_INSTANCE_FXrpx9qY7FbU&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_101_INSTANCE_FXrpx9qY7FbU_groupId=219201&_101_INSTANCE_FXrpx9qY7FbU_urlTitle=anvisa-e-as-medidas-de-seguranca-alimentar&_101_INSTANCE_FXrpx9qY7FbU_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_INSTANCE_FXrpx9qY7FbU_assetEntryId=5488789&_101_INSTANCE_FXrpx9qY7FbU_type=content#:~:text=H%C3%A1%20quatro%20anos%2C%20em%202015,alimentos%20que%20causam%20alergia%20alimentar. Acesso em: 20 nov. 2024.

ANVISA. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Principais mudanças e modelos. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/alimentos/rotulagem/principais-mudancas-e-modelos>. Acesso em: 20 nov. 2024.

ANVISA. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Guia para determinação de prazos de validade de alimentos. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias->

[anvisa/2024/anvisa-publica-segunda-versao-do-guia-para-determinacao-de-prazos-de-validade-de-alimentos](#). Acesso em: 20 nov. 2024.

ANZALDÚA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**. Zaragoza: Acribia SA, 1994. 198 p.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Produção de amendoim cresce mais de 100% nos últimos 8 anos. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4768-producao-de-amendoim-cresce-mais-de-100-nos-ultimos-8-anos>. Acesso em: 20 nov. 2024.

Decker, D. G. et al. Intolerância à lactose: uma revisão bibliográfica. *Universidade Metropolitana de Santos (UNIMES)*, 2022.

EEEP – **Escola Estadual de Educação Profissional**. Microbiologia de Alimentos. Curso Técnico em Nutrição e Dietética. Fortaleza, Ceará, 2012.

EMBRAPA (**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**). Manual de Segurança e Qualidade para a Cultura do Amendoim. Brasília: Campo PAS – Programa Alimentos Seguros 2004 44 p

ENIG, M. **Coconut Oil and Coconut Milk: Scientific Paper Abstracts**. 1995. Indian Coconut Journal. Disponível em: <https://www.dcnutrition.com/miscellaneous-nutrients/coconut-oil-coconut-milk/>. Acesso em: 20 nov. 2024.

EIKI, G.; HANAI, L. N.; PIRES, L. **Aceitação sensorial de sorvete à base de vegetais**. Revista GEINTEC, v. 5, n. 4, p. 2569-2578, 2015.

FOURREAU, D.; PERETTI, N.; HENGY, B. et al. **Complications carrentielles suite à l'utilisation des laits végétaux chez des nourrissons de deux mois et demi à 14 mois**. La Presse Médicale, v. 42, n. 1, p. 1-10, 2012.

Gaspar, P. D.; Domingues, C.; Gonçalves, L. C. C.; Andrade, L. P. Avaliação da qualidade e segurança alimentar pela previsão do crescimento microbiano em diferentes condições de conservação. *CYTEF - V Congresso Ibérico e III Congresso Iberoamericano de Ciências e Técnicas do Frio*, 2009.

Hoffmann, F. L. Fatores limitantes à proliferação de microrganismos em alimentos. *Revista Brasil Alimentos*, n. 9, p. 23-24, jul./ago., 2001.

IGASTROPED. **Intolerância à lactose: história, genética, ciência e prática clínica**. Disponível em: <https://www.igastroped.com.br/areas-de-atuacao/intolerancia-a-lactose/intolerancia-a-lactose-historia-genetica-ciencia-e-pratica-clinica/>. Acesso em: 20 nov. 2024.

INGREDION. **Rótulos limpos**. 2023. Disponível em: <https://www.ingredion.com/sa/pt-br/solucao-os-desafios/desafios/rotulos-limpos.html>. Acesso em: 20 nov. 2024.

INGREDION. **Tendências de preferência alimentar dos consumidores – 2023**. 2023. Disponível em: <https://www.ingredion.com/sa/pt-br/be-whats-next/tendencias-de-preferencia-alimentar-dos-consumidores-2023.html>. Acesso em: 20 nov. 2024.

JAMA NETWORKING. **Association of Dietary Patterns With Risk of Chronic Diseases**. 2015. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jamainternalmedicine/fullarticle/2173094?resultClick=1>. Acesso em: 20 nov. 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Relatório Vigitel Brasil 2006**. 2006. Disponível em:

https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/relatorio_vigitel_2006_marco_2007.pdf. Acesso em: 20 nov. 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Vigitel Brasil 2019**. 2019. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel_brasil_2019_vigilancia_fatores_risco.pdf. Acesso em: 20 nov. 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Vigitel Brasil 2023: Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/vigitel/vigitel-brasil-2023-vigilancia-de-fatores-de-risco-e-protecao-para-doencas-cronicas-por-inquerito-telefonico>. Acesso em: 20 nov. 2024.

ODONTOL. CLÍN.-CIENT. (Online). Revista Odontologia Clínica Científica, v. 10, n. 3, Recife, jul./set., 2011.

PROVEG INTERNATIONAL. **European Consumer Survey on Plant-based Foods – Describing the product landscape and uncovering priorities for product development and improvement**. Berlin, 2020. Disponível em: https://proveg.com/wp-content/uploads/2020/06/PV_Consumer_Survey_Report_2020_030620.pdf. Acesso em: 20 nov. 2024.

SECRETARIA ESTADUAL DA SAÚDE. **Alerta para cuidados no Dia Mundial da Alergia**. 2024. Disponível em: <https://portal-antigo.saude.pe.gov.br/noticias/ses-pe-alerta-para-cuidados-no-dia-mundial-da-alergia>. Acesso em: 20 nov. 2024.

SHEKAR, Meera; POPKIN, Barry. **Obesity Health and Economic Consequences of an Impending Global Challenge**. Washington, DC: World Bank Group, 2020. 233 p.

Silva, C. D. et al. Teste de aceitabilidade e intenção de compra de diferentes leites vegetais de marcas comerciais. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, v. 10, n. 2, p. 1522-1528, 2018. DOI: 10.25248/REAS171_2018.

Silva, K. C. M. et al. Determinação da lactose ante às metodologias contemporâneas. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v. 75, n. 1, p. 59-71, jan./mar., 2020. DOI: 10.14295/2238-6416.v75i1.756.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1987. 180 p.

Teixeira, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v. 64, n. 366, p. 12-21, jan./fev., 2009.

UNIMED. **Benefícios do amendoim**. 2017. Disponível em: <https://www.unimed.coop.br/viver-bem/alimentacao/beneficios-do-amendoim>. Acesso em: 20 nov. 2024.

VENÂNCIO, D. do P.; CLAUDIO PANDOLFI, M. A. **Clean label na comercialização de produtos**. *Revista Interface Tecnológica*, v. 17, n. 2, p. 535-541, 2020. DOI: 10.31510/infa.v17i2.907. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/907>. Acesso em: 20 nov. 2024.

WONG, V. **Soy milk fades as Americans opt for drinkable almonds**. *Businessweek*, 2013. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2013-08-21/soy-milk-fades-as-americans-opt-for-drinkable-almonds>. Acesso em: 20 nov. 2024.