

Bebidas comerciais à base de plantas (*plant-based beverages*): caracterização físico-química e quantificação de compostos bioativos

Commercial plant-based beverages: physicochemical characterization and quantification of bioactive compounds

Bebidas comerciales a base de plantas: caracterización físico-química y cuantificación de compuestos bioactivos

Beatriz Botelho Klein¹

Jorge Neto Ganiko²

Adriana Paiva de Oliveira³

Resumo: O consumo de bebidas a base de plantas tem crescido mundialmente e as diferentes matrizes utilizadas na produção tornam o controle de qualidade importante. Este trabalho objetivou a caracterização físico-química e determinação de compostos bioativos em dois lotes de seis bebidas à base de plantas comercializadas em Cuiabá – MT, Brasil. Os parâmetros determinados foram: pH, acidez, sólidos solúveis, viscosidade, densidade, cálcio, proteínas, ácido fítico, compostos fenólicos, antocianinas e vitamina C. Todos os parâmetros físico-químicos quantificados apresentaram diferenças entre as amostras e dados reportados pela literatura, o que pode ser atribuído às matérias-primas e processamento. Os teores de vitamina C, antocianinas e compostos fenólicos encontrados variaram entre 17,51 a 46,71; 0,03 a 2,09; 0,07 a 1,14 mg 100 g⁻¹, respectivamente, o que destaca a funcionalidade destas bebidas vegetais. Sendo assim, os resultados destacam o potencial bioativo e que a avaliação físico-química pode contribuir na garantia da qualidade do produto.

Palavras-chave: Bebidas. Plantas. Nutrientes. Saudabilidade. Qualidade.

Abstract: The consumption of plant-based beverages has grown worldwide and the different matrices used in production make quality control important. This study aimed to characterize the physicochemical content and determine bioactive compounds in two batches of six plant-based beverages marketed in Cuiabá - MT, Brazil. The parameters determined were: pH, acidity, soluble solids, viscosity, density, calcium, proteins, phytic acid, phenolic compounds, anthocyanins and vitamin C. All quantified physicochemical parameters showed differences between samples and also with data reported in the literature, which can be attributed to the raw materials and processing. The levels of vitamin C, anthocyanins and phenolic compounds found ranged from 17.51 to 46.71; 0.03 to 2.09; 0.07 to 1.14 mg 100 g⁻¹, respectively, which highlights the functionality of these plant-based beverages. Therefore, the results highlight the bioactive potential and that the physical-chemical evaluation can contribute to ensuring product quality.

Keywords: Beverages. Plants. Nutrients. Healthiness. Quality.

¹ Graduando em Engenharia de Alimentos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – Campus Cuiabá-Bela Vista. ORCID (0009-0002-8570-421X). E-mail: beatrizkklein@gmail.com

² Graduando em Engenharia de Alimentos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – Campus Cuiabá-Bela Vista. ORCID (0009-0007-1939-1346). E-mail: jorge.ganiko@estudante.ifmt.edu.br

³ Doutora em Química. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – Campus Cuiabá-Bela Vista. ORCID. (0000-0001-9076-4167) E-mail: adriana.oliveira@ifmt.edu.br.

Resumen: El consumo de bebidas vegetales ha crecido a nivel mundial y las diferentes matrices utilizadas en su producción hacen que el control de calidad sea importante. Este trabajo tuvo como objetivo la caracterización fisicoquímica y determinación de compuestos bioactivos en dos lotes de seis bebidas vegetales comercializadas en Cuiabá – MT, Brasil. Los parámetros determinados fueron: pH, acidez, sólidos solubles, viscosidad, densidad, calcio, proteínas, ácido fítico, compuestos fenólicos, antocianinas y vitamina C. Todos los parámetros fisicoquímicos cuantificados mostraron diferencias entre las muestras y también con los datos reportados en la literatura, los cuales pueden ser atribuidos a las materias primas y al procesamiento. Los niveles de vitamina C, antocianinas y compuestos fenólicos encontrados oscilaron entre 17,51 y 46,71; 0,03 a 2,09; 0,07 a 1,14 mg 100 g⁻¹, respectivamente, lo que resalta la funcionalidad de estas bebidas vegetales. Por lo tanto, los resultados resaltan el potencial bioactivo y que la evaluación físico-química puede contribuir a garantizar la calidad del producto.

Palabras-clave: Bebidas. Plantas. Nutrientes. Saludabilidad. Calidad.

Submetido 18/12/2024

Aceito 10/04/2025

Publicado 17/04/2025

Considerações iniciais

As transformações no mundo contemporâneo têm impulsionado modificações no comportamento dos consumidores de alimentos. Atualmente, a segmentação do mercado, o consumo consciente e as dietas baseadas em plantas são os principais temas que orientam as áreas de pesquisa e desenvolvimento de produtos alimentícios (Brusati *et al.* 2023; Aydar; Tutuncu; Ozcelik, 2020).

Neste contexto, um dos mercados que está em expansão no Brasil e no mundo é o de alimentos à base de plantas ou vegetais (*plant-based*), que busca atender consumidores que possuem alguma restrição alimentar ou que optaram por não consumir produtos de origem animal. Em termos de mercado consumidor e de lucratividade do setor, aponta-se que o mercado de bebidas à base de plantas foi avaliado em 22,6 bilhões de dólares em 2022 com projeção de um crescimento para 40,6 bilhões de dólares até 2026 (Warren; Bell; Mescher, 2024).

Sendo assim, a fim de atender estes consumidores a indústria de alimentos tem buscado desenvolver produtos saudáveis e nutritivos à base de ingredientes de origem vegetal que ofereçam benefícios à saúde ou funcionalidade, de forma a diversificar as opções disponíveis no mercado para o setor (Haas *et al.* 2019; Xue; Yin, 2024).

Dentre esses alimentos, encontram-se as bebidas à base de plantas, também denominadas como bebidas vegetais ou alternativas ao leite vegetal. Elas são caracterizadas como suspensões coloidais, emulsões ou extratos aquosos, resultantes da extração da matéria-prima com água e subsequente filtragem. Normalmente, as matérias-primas utilizadas na fabricação dessas bebidas incluem cereais, castanhas, leguminosas e/ou oleaginosas (Carvalho *et al.* 2011; Sethi; Tyagi; Anurag, 2016; Shori; Al Zahrani, 2022).

Após o processamento tecnológico, essas bebidas apresentam características semelhantes ao leite, como textura, aparência e consistência, sendo comumente chamadas de "leites vegetais". No entanto, apesar dessas semelhanças, devido às diferenças nas composições químicas derivadas das matérias-primas vegetais empregadas, as bebidas à base de plantas apresentam aroma, sabor e composição nutricional distintos dos encontrados no leite (McClements, 2020; Reyes-Jurado *et al.* 2021).

As bebidas vegetais, produzidas a partir de diversas fontes de origem vegetal, possuem um elevado potencial nutricional e têm se consolidado como uma alternativa viável ao leite de

origem animal. A adição de nutrientes essenciais permite que essas bebidas atinjam um perfil nutricional semelhante ao do leite de vaca, ampliando sua aceitação entre diferentes grupos de consumidores. A indústria alimentícia tem direcionado investimentos significativos em pesquisa e desenvolvimento para oferecer um portfólio mais amplo de produtos, com variações em sabor, textura e composição nutricional, a fim de atender tanto as necessidades de consumidores com restrições alimentares quanto aqueles que buscam opções mais saudáveis e sustentáveis. (Mello *et al.* 2021; Reyes-Jurado *et al.* 2021).

Diante do aumento no consumo de alimentos e bebidas do tipo *plant-based*, torna-se fundamental o estabelecimento de normas que definam sua identidade química e qualidade, além de outras regulamentações relacionadas à segurança do alimento e saudabilidade. No Brasil, a regulamentação desses produtos tem sido amplamente debatida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), mas ainda não foi implementada. No exterior, a regulamentação dos alimentos *plant-based* já está em vigor em diversos países, como na União Europeia, Reino Unido, Estados Unidos, Israel, Japão e Austrália. Nessas regiões, as legislações abordam esses novos alimentos de maneira geral, sendo mais detalhadas no que se referem às proteínas vegetais (Fonseca, 2024).

As bebidas vegetais, elaboradas a partir de matérias-primas de vegetais diversos, representam uma categoria de alimentos em expansão. A falta de uma legislação específica para esses produtos no Brasil, no entanto, dificulta a padronização e a garantia da qualidade. Neste contexto, a avaliação de parâmetros físico-químicos em bebidas à base de plantas comercializadas e consumidas no Brasil pode contribuir com informações sobre as propriedades químicas e físicas de qualidade nestes novos produtos alimentícios. Além disso, o conhecimento das propriedades funcionais destes produtos pode aumentar o *marketing* comercial e o consumo. Com isso em vista, este trabalho teve como objetivo a determinação de parâmetros físico-químicos (pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, viscosidade cinemática, densidade, proteínas totais, cálcio total e ácido fítico) e da concentração de compostos bioativos (compostos fenólicos totais, antocianinas e vitamina C) em bebidas comerciais à base de plantas comercializadas em Cuiabá – MT, Brasil.

Metodologia

Este trabalho apresenta uma estratégia metodológica quantitativa, aplicada e exploratória, com um estudo de caso aplicado a cidade de Cuiabá- MT - Brasil.

Inicialmente, investigaram-se as principais marcas e sabores de bebidas à base de plantas comercializadas nos supermercados de Cuiabá – MT, Brasil. Dentre as opções mais encontradas, selecionaram-se seis amostras. Essas seis amostras foram coletadas em Cuiabá, em dois anos distintos: 2023 (lote 1) e 2024 (lote 2). A coleta em anos diferentes teve como propósito avaliar os parâmetros físico-químicos e compostos bioativos em lotes de produção distintos. Essa avaliação é relevante, pois o consumo desse tipo de bebida ainda é baixo, devido ao preço elevado e à disponibilidade limitada em alguns supermercados, o que resulta em menor rotatividade de vendas e distribuição de lotes. Todas as amostras estavam dentro do prazo de validade e as análises foram realizadas em triplicata.

O delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) foi conduzido com seis amostras de bebidas à base de plantas de diferentes composições, separadas em dois lotes distintos (1 e 2). As amostras foram identificadas e codificadas, sendo: A: bebida composta de arroz e coco; B: bebida composta de amêndoas; C: bebida composta de aveia; D, bebida composta de castanha de caju; E, bebida composta de castanha de caju e castanha do Brasil e; F, bebida composta de castanha de caju e cacau (Tabela 1).

Tabela 1 - Identificação, codificação e composição das amostras de bebidas à base de plantas utilizadas no desenvolvimento do trabalho.

Identificação e codificação das amostras	Composição
A	Arroz e coco
B	Amêndoas
C	Aveia
D	Castanha de caju
E	Castanha de caju e castanha do brasil
F	Castanha de caju e cacau

Fonte: Autoria própria (2024).

Após a coleta e definição do delineamento experimental foram analisados os seguintes parâmetros físico-químicos: pH, acidez total titulável, sólidos solúveis, viscosidade, densidade, cálcio, proteínas e ácido fítico. Também foram feitas as análises dos compostos bioativos: compostos fenólicos totais, antocianinas e vitamina C. Todas as determinações foram executadas no Laboratório de Pesquisa em Alimentos do IFMT – Campus Cuiabá- Bela Vista.

A determinação do pH foi feita por potenciometria direta utilizando um pHmetro digital portátil, modelo PH-1700, marca Hanna segundo o método 018/IV do Instituto Adolfo Lutz (Instituto Adolfo Lutz, 2005). A acidez total titulável (ATT) foi quantificada por titulometria ácido-base segundo o método 310/IV do Instituto Adolfo Lutz no qual 15,0 mL das amostras homogeneizadas foram transferidas para um erlenmeyer de 125 mL, diluídas com 100 mL de água deionizada e adicionado 0,5 mL do indicador químico fenolftaleína 1% (m:v). Em seguida, procedeu-se à titulação com a solução de hidróxido de sódio 0,01 mol L⁻¹ sob agitação constante até o ponto final (Instituto Adolfo Lutz, 2005).

A viscosidade cinemática das amostras de bebidas à base de plantas foi determinada utilizando um viscosímetro do tipo copo Ford da marca Nalgon®, orifício número 2. Os sólidos solúveis totais (° Brix) foram determinados por refratometria direta utilizando refratômetro portátil marca OTG pelo método 315/IV e a densidade relativa das amostras foi feita por picnometria, segundo método 215/IV do Instituto Adolfo Lutz (Instituto Adolfo Lutz, 2005).

A quantificação da concentração de cálcio total foi feita por titulometria de complexação utilizando EDTA como titulante e Ério T como indicador químico segundo descrito por Baccan *et al.* (1992). Para isso, 1,0 mL de amostra foi inserido em erlenmeyer de 250 mL, sendo em seguida adicionados 30,0 mL de água destilada, 8,0 mL da solução tampão de pH = 10 (NH₄OH/NH₄Cl) e indicador químico Ério T. Então, as amostras previamente preparadas foram tituladas com uma solução padrão de EDTA 0,02 mol/L até o ponto final.

O teor de vitamina C por titulação de óxido – redução (iodometria) método IAL 364/IV, no qual 5,0 g de amostra foram transferidas para um erlenmeyer de 125 mL com auxílio de aproximadamente 50,0 mL de água destilada. Em seguida, adicionou-se 5,0 mL de solução de ácido sulfúrico a 20% (v:v) e 1,0 mL de solução de iodeto de potássio a 10% (m:v)

e 1,0 mL da solução de amido a 1% (m:v). Posteriormente, foi feita a titulação com solução padrão de iodato de potássio $0,02 \text{ mol L}^{-1}$ até o ponto final (Instituto Adolfo Lutz, 2005).

A determinação de ácido fítico foi feita por titulação complexométrica utilizando EDTA e cloreto de ferro III segundo a metodologia descrita por García-Villanova *et al.* (1982) e Gonçalves *et al.* (2020). Inicialmente, foram pesados em tubos de Falcon 1,0 g das amostras e adicionado 8,0 mL de solução $0,4 \text{ mol L}^{-1}$ de HCl e 8,0 mL de solução de Na_2SO_4 5% (m/v), permanecendo em repouso por 90 minutos, com agitações manuais a cada 30 minutos. Então, foi feita uma filtração simples e 4,0 mL dos filtrados foram transferidos para novos tubos de Falcon e adicionados 4,0 mL de solução $0,4 \text{ mol L}^{-1}$ de HCl, 4,0 mL de solução de FeCl_3 $0,02 \text{ mol L}^{-1}$ e 4,0 mL de solução de ácido sulfossalicílico 20% (m/v). Os tubos foram tampados e aquecidos em banho-maria a 90°C por 15 minutos e, posteriormente, resfriados em água corrente. Após esta etapa, foram retirados 4,0 mL do líquido sobrenadante, transferidos para outros tubos de Falcon acrescidos de 35 mL de água deionizada, ajustados o pH para 2,5 utilizando 0,15 g de glicina P.A. sólida e aquecidos em banho-maria a 70°C por 10 minutos. Em seguida, foram transferidos para erlenmeyer de 125 mL e titulados ainda quente com solução padrão de EDTA $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ até o ponto final.

O teor de proteínas totais foi determinado por espectrofotometria na região do UV-Vis pelo método Biureto no comprimento de onda 540 nm utilizando um espectrofotômetro marca Kasvi modelo k37-vis. Para a obtenção de curva analítica foram preparados cinco padrões analíticos na faixa de concentração de 0,0 a 10,0 mg/mL de caseína com a adição do reagente de Biureto pelo método da padronização externa. As amostras foram preparadas por meio da adição de 20 μL de amostra, 4,0 mL de reagente de biureto e 980 μL de água deionizada, perfazendo um volume de 5,0 mL com tempo de espera de reação de 30 minutos para posterior leitura das absorbâncias (Zaia; Zaia; Lichtig, 1998; Hayes, 2020).

Os compostos fenólicos totais foram determinados por espectrofotometria na região do UV – Vis no comprimento de onda de 700 nm em espectrofotômetro marca Kasvi modelo k37-vis utilizando o método de Folin Ciocalteau (Larrauri; Rupérez; Saura-Calixto, 1997; Narita *et al.* 2022). O preparo dos extratos para quantificação consistiu primeiramente de extração com metanol 50% (v:v), repouso por 60 minutos, filtração e recolhimento do sobrenadante. Em seguida, o mesmo procedimento foi feito com acetona 70% (v:v) também com repouso de 60 minutos, sendo que o sobrenadante da segunda extração foi recolhido no

mesmo balão volumétrico da primeira extração, adicionado o reagente de Folin Ciocalteu e solução de carbonato de sódio 20% (m:v) e avolumado com água deionizada. A curva analítica foi feita em ácido gálico com adição do reagente de Folin Ciocalteu e de solução de carbonato de sódio 20% (m:v), na faixa de concentração de 0,0 a 50,0 mg mL⁻¹ utilizando a padronização externa.

A concentração de antocianinas totais foi também quantificada por espectrofotometria na região do UV-Visível (espectrofotômetro marca Kasvi modelo k37-vis) num comprimento de onda de 535 nm segundo as metodologias descritas por Lima *et al.* (2011) e Fuleki, Francis (1968). Para isso, 2,0 g das amostras foram dissolvidas em 25 mL etanol PA, transferidas com auxílio de água deionizada para um balão de volumétrico de 50 mL (coberto com papel alumínio) e o volume foi completado com água deionizada até a marca de aferição.

Todas as determinações foram feitas em triplicata ($n = 3$) e, quando necessário, acompanhado de branco analítico.

Após as análises, foi feito o tratamento estatístico dos resultados utilizando a estatística descritiva e um teste de comparação de médias, a fim de verificar diferenças significativas entre os resultados obtidos das análises das amostras e dos lotes das bebidas à base de plantas coletadas. Os valores médios, desvios-padrão e os coeficientes de variação dos resultados foram calculados e em seguida aplicados o teste de normalidade de *Shapiro-Wilk* ao nível de significância de 5% utilizando o software JASP®. Em caso de normalidade dos dados, a comparação dos valores médios foi feita pelo teste t de *Student* pareado ao nível de significância de 5% utilizando também o software JASP®.

Análise dos dados e resultados

Os resultados médios dos parâmetros físico-químicos pH, viscosidade cinemática, acidez total titulável (ATT), densidade, sólidos solúveis totais (SST) e da concentração de cálcio total das bebidas à base de plantas estão apresentados na Tabela 2.

Os valores de pH apresentaram no primeiro e segundo lote das amostras variação entre $6,26 \pm 0,01$ a $8,06 \pm 0,06$, demonstrando uma amplitude considerável entre as amostras avaliadas. Este perfil foi muito semelhante aos encontrados por Francisquini *et al.* (2024), cujo pH variou entre 6,17 a 8,01, sendo as amostras de amêndoas que apresentaram menor variabilidade e por Daszkiewicz *et al.* (2024) que obtiveram valores de pH entre 6,28 a 7,45

em bebidas à base de plantas produzidas na Polônia. Jemaa *et al.* (2021) obtiveram resultados de pH variando de 6,42 a 6,80 para bebidas à base de plantas produzidas na Tunísia. O pH é um parâmetro de físico-químico importante, pois influencia no sabor, aroma, estabilidade e textura do produto sendo que as variações de pH encontradas podem estar relacionadas à composição dos ingredientes e a tecnologia de produção.

A viscosidade cinemática apresentou valores médios entre $21,17 \text{ stocks} \pm 4,90$ até $61,03 \pm 8,70 \text{ stocks}$. Pinto (2021) apresentou valores de viscosidade aparente de 429,7 a 589,75 cP em bebidas à base de plantas, sendo valores maiores do que os obtidos no presente estudo devido a adição de ameixa e castanha de caju influenciando proporcionalmente no aumento da viscosidade das bebidas vegetais. Os valores de viscosidade obtidos podem ter sido influenciados pelas diferentes castanhas, grãos, frutos (cacau) e suas combinações utilizadas na produção das bebidas vegetais.

A determinação dos sólidos solúveis totais é importante para qualidade e a consistência do produto ao longo do tempo, evitando variações indesejáveis no sabor, doçura e outras características sensoriais. Os resultados obtidos neste trabalho variaram de $1,87 \pm 0,06$ a $14,25 \pm 0,07$ °Brix e comparativamente foram próximos aos obtidos por Francisquini *et al.* (2024) cujos resultados variaram entre 1,3 a 12,3 °Brix. Smith *et al.* (2022) também encontraram teores de sólidos solúveis totais próximos, neste caso, variando de 3,1 a 10,9 °Brix em bebidas à base de plantas comerciais coletadas em comércios varejistas na cidade de Palmerston North, Nova Zelândia. Os teores de sólidos solúveis totais podem ter sido influenciados pelos tipos de grãos, castanhas e frutos (cacau) utilizados na fabricação das bebidas, bem como, o grau de maturação das matérias-primas.

Para a acidez total titulável, os resultados variaram de $0,155 \pm 0,02$ a $1,82 \pm 0,16 \text{ mL } 100 \text{ mL}^{-1}$. Essa ampla faixa de variação sugere uma diversidade considerável nas propriedades químicas das amostras, indicando diferentes níveis de acidez em cada lote e tipo de amostra. A baixa acidez titulável determinada nas amostras pode ser atribuída às amêndoas, por serem ricas em gorduras e possuírem baixa capacidade de tamponamento, que dificulta a reação entre o titulante e a proteínas. Além disso, os grãos de cereais também possuem baixa capacidade tamponante (Daszkiewicz *et al.* 2024). Olagunju, Oyewumi (2019) encontrou teores de acidez total titulável entre 0,28 a 0,44 mL 100 mL⁻¹ em bebidas à base de plantas comerciais nigerianas. Segundo Francisquini *et al.* (2024), uma diferença significativa no

conteúdo ácido pode gerar implicações no sabor, preservação e qualidade geral do produto, dependendo do contexto de produção das bebidas à base de plantas.

As concentrações médias de cálcio total variaram de $8,00 \pm 0,00$ até $130,00 \pm 12,22$ mg 100 mL^{-1} . Os resultados obtidos foram próximos aos encontrados na literatura por Francisquini *et al.* (2024) que encontraram o valor máximo de cálcio total de $148,30 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ para bebidas industrializadas brasileiras à base de plantas. Já Walther *et al.* (2022) encontraram teores totais de cálcio numa faixa de concentração variando entre $2,0$ a $167,0 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ em bebidas à base de plantas comerciais coletadas em supermercados na cidade de Bern, Suíça e Smith *et al.* (2022) encontraram teores de cálcio total variando entre $7,0$ a $135,0 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$. Jemaa *et al.* (2021) obtiveram teores de cálcio entre 225 a $375 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$. Esta variação nos teores de cálcio total nas bebidas avaliadas pode estar relacionada ao tipo de matriz vegetal utilizada, bem como, nas condições do local de cultivo da matéria-prima, tais como: tipo de solo, umidade, temperatura, regime de chuvas, manejo agrícola, entre outros. A Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos - TBCA indica um valor orientador de $107 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ de cálcio no leite integral (Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos, 2024), sugerindo, desta forma, que o leite integral possui um maior teor de cálcio do que as bebidas avaliadas no trabalho que são de origem vegetal (exceto o lote 2 da marca D).

A medida da densidade relativa em bebidas é importante para caracterizar os componentes presentes na sua composição, como açúcares, água, entre outras substâncias, evitando variações na textura, viscosidade e sabor. Os resultados médios obtidos nos dois lotes avaliados variaram entre $0,966 \pm 0,00$ a $1,55 \pm 0,04 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$. Francisquini *et al.* (2024), apresentaram resultados semelhantes variando entre $1,023$ a $1,102 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$. Daszkiewicz *et al.* (2024), apresentaram resultados próximos variando de $1,0002$ a $1,0496 \text{ g } 100 \text{ mL}^{-1}$. A adição de aditivos intencionais, como a goma gelana e goma xantana podem influenciar na variação da densidade e da viscosidade do produto.

Tabela 2 – Resultados obtidos (valor médio $\pm$ desvio padrão) dos parâmetros físico-químicos pH, viscosidade, SST, ATT, cálcio total e densidade nas bebidas à base de plantas comerciais coletadas.

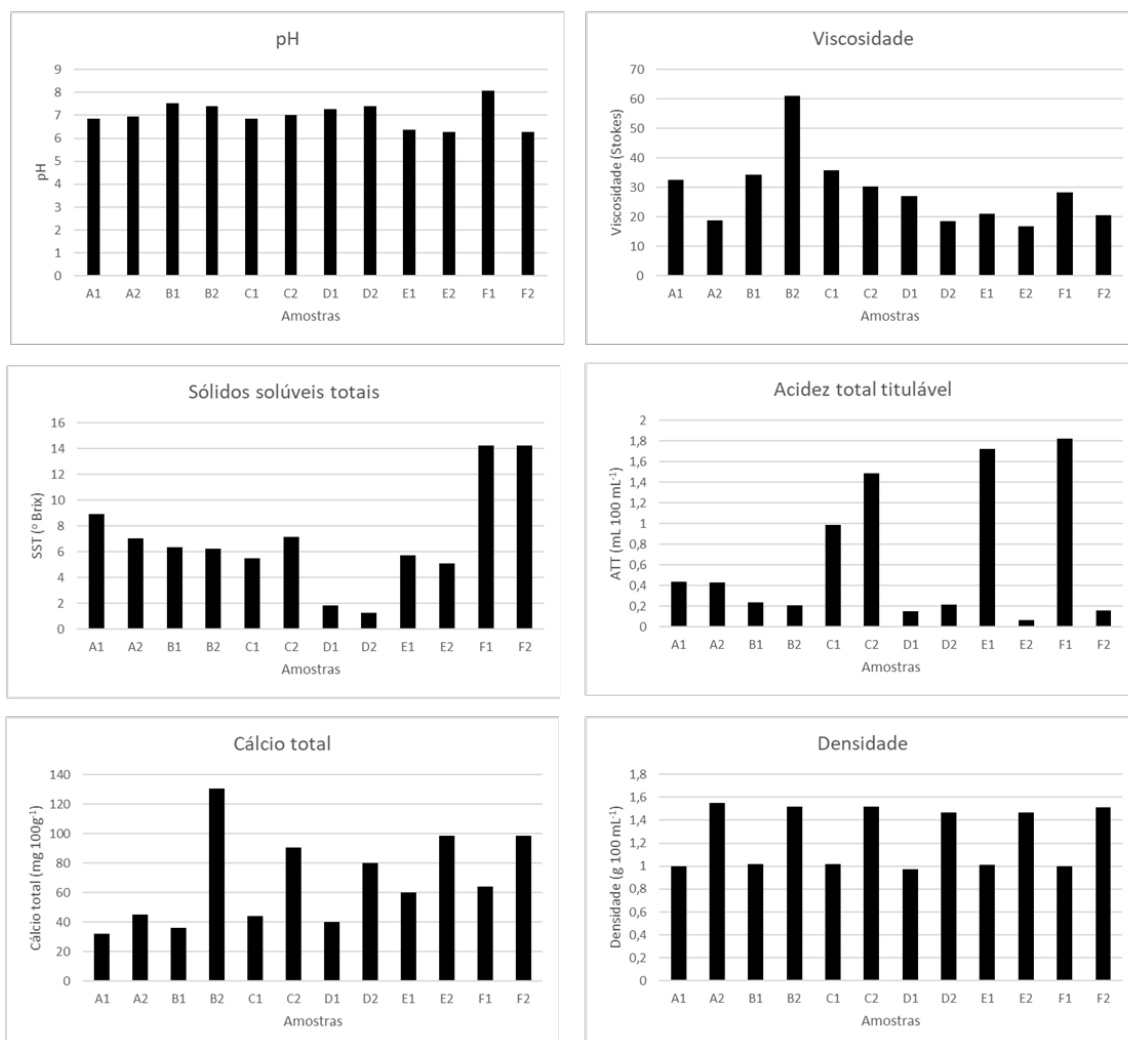
Amostra	pH	Viscosidade (Stokes)	SST ($^{\circ}$ Brix)	ATT (mL 100 mL ⁻¹)	Cálcio total (mg 100g ⁻¹)	Densidade (g 100 mL ⁻¹)
A ₁	6,86 $\pm$ 0,02	32,53 $\pm$ 6,99	8,90 $\pm$ 0,00	0,44 $\pm$ 0,04	32,00 $\pm$ 0,00	1,00 $\pm$ 0,00
A ₂	6,96 $\pm$ 0,04	18,85 $\pm$ 1,01	7,07 $\pm$ 0,5	0,43 $\pm$ 0,02	45,33 $\pm$ 12,22	1,55 $\pm$ 0,04
B ₁	7,54 $\pm$ 0,02	34,28 $\pm$ 9,07	6,37 $\pm$ 0,06	0,24 $\pm$ 0,03	36,00 $\pm$ 0,00	1,02 $\pm$ 0,00
B ₂	7,40 $\pm$ 0,03	61,03 $\pm$ 8,70	6,27 $\pm$ 0,25	0,21 $\pm$ 0,01	130,67 $\pm$ 12,22	1,52 $\pm$ 0,08
C ₁	6,86 $\pm$ 0,04	35,89 $\pm$ 11,07	5,50 $\pm$ 0,00	0,99 $\pm$ 0,11	44,00 $\pm$ 0,00	1,02 $\pm$ 0,00
C ₂	7,01 $\pm$ 0,01	30,21 $\pm$ 2,57	7,16 $\pm$ 0,15	1,49 $\pm$ 0,02	90,67 $\pm$ 9,24	1,52 $\pm$ 0,05
D ₁	7,27 $\pm$ 0,02	27,02 $\pm$ 11,10	1,87 $\pm$ 0,06	0,15 $\pm$ 0,02	40,00 $\pm$ 0,00	0,97 $\pm$ 0,00
D ₂	7,4 $\pm$ 0,04	18,64 $\pm$ 0,04	1,26 $\pm$ 0,25	0,22 $\pm$ 0,02	80,00 $\pm$ 13,86	1,47 $\pm$ 0,04
E ₁	6,38 $\pm$ 0,05	21,17 $\pm$ 4,90	5,73 $\pm$ 0,29	1,72 $\pm$ 0,01	60,00 $\pm$ 0,00	1,01 $\pm$ 0,00
E ₂	6,26 $\pm$ 0,01	16,71 $\pm$ 0,07	5,10 $\pm$ 0,10	0,07 $\pm$ 0,004	98,67 $\pm$ 9,24	1,47 $\pm$ 0,00
F ₁	8,06 $\pm$ 0,06	28,22 $\pm$ 7,97	14,23 $\pm$ 0,29	1,82 $\pm$ 0,16	64,00 $\pm$ 0,00	1,00 $\pm$ 0,00
F ₂	6,27 $\pm$ 0,01	20,52 $\pm$ 1,02	14,25 $\pm$ 0,07	0,16 $\pm$ 0,18	98,67 $\pm$ 20,13	1,51 $\pm$ 0,05

A₁ e A₂: bebida composta de arroz e coco; B₁ e B₂: bebida composta de amêndoas; C₁ e C₂: bebida composta de aveia; D₁ e D₂: bebida composta de castanha de caju; E₁ e E₂: bebida composta de castanha de caju e do brasil; F₁ e F₂: bebida composta de castanha de caju e cacau.

Fonte: Autoria própria (2024).

Ao analisar o impacto dos diferentes vegetais acrescidos nas bebidas à base de plantas, observa-se que as propriedades físico-químicas dessas bebidas variam significativamente (Gráfico 1). Essa diversidade impede a criação de uma lista única de requisitos que defina a identidade de todas as bebidas vegetais. Consequentemente, a ausência de parâmetros físico-químicos específicos dificulta a elaboração de uma regulamentação unificada para esse tipo de produto. Uma possível solução seria a identificação de grupos de bebidas com características químicas similares (cereais, grãos, castanhas, entre outros) permitindo a criação de padrões específicos para cada grupo. A falta de uma legislação mais detalhada para bebidas à base de plantas industrializadas resulta em uma grande variedade de processos de produção e formulações, com diferentes ingredientes, aditivos e tecnologias.

Gráfico 1 – Gráfico de variação (valor médio) do pH, viscosidade, SST, ATT, cálcio total e densidade nas amostras de bebidas à base de plantas comerciais coletadas.



Fonte: Autoria própria (2025).

O teste *t* de *Student* pareado indicou diferenças estatisticamente significativas no intervalo de confiança de 95% para todos os parâmetros apresentados na Tabela 2 e no Gráfico 1. Estas diferenças podem estar associadas às matérias-primas utilizadas na produção uma vez que são oriundas de diferentes localidades que possuem condições edafoclimáticas distintas o que influencia na composição química final do produto, ao tipo de processo de extração utilizado na produção das bebidas vegetais e na adição de aditivos como estabilizantes e emulsificantes.

A Tabela 3 mostra os resultados médios obtidos para determinação de vitamina C, antocianinas, compostos fenólicos totais, proteínas totais e de ácido fítico nos dois lotes das amostras de bebidas à base de plantas comerciais coletadas neste estudo.

Tabela 3 – Resultados obtidos (valor médio $\pm$ desvio padrão) para vitamina C, antocianinas, compostos fenólicos totais, ácido fítico e proteínas totais encontrados nas amostras de bebidas à base de plantas comerciais coletadas.

Amostra	Vitamina C (mg 100g ⁻¹)	Proteínas totais (mg 100g ⁻¹)	Antocianinas (mg 100g ⁻¹)	Compostos fenólicos totais (mg EAG 100g ⁻¹)	Ácido Fítico (g 100 g ⁻¹)
A ₁	17,55 $\pm$ 0,05	193,51 $\pm$ 0,00	0,140 $\pm$ 0,000	0,41 $\pm$ 0,00	4,78 $\pm$ 0,40
A ₂	23,41 $\pm$ 10,19	1616,40 $\pm$ 0,00	0,645 $\pm$ 0,000	0,89 $\pm$ 0,00	5,35 $\pm$ 0,05
B ₁	34,97 $\pm$ 0,91	294,98 $\pm$ 0,00	0,035 $\pm$ 0,000	0,38 $\pm$ 0,00	5,20 $\pm$ 0,21
B ₂	46,71 $\pm$ 10,10	1500,00 $\pm$ 0,00	1,400 $\pm$ 0,005	0,73 $\pm$ 0,00	5,21 $\pm$ 0,12
C ₁	17,54 $\pm$ 0,02	134,51 $\pm$ 0,00	0,040 $\pm$ 0,000	0,25 $\pm$ 0,00	5,21 $\pm$ 0,07
C ₂	35,11 $\pm$ 0,07	3750,00 $\pm$ 0,00	0,753 $\pm$ 0,000	0,79 $\pm$ 0,00	5,10 $\pm$ 0,44
D ₁	17,55 $\pm$ 0,01	197,05 $\pm$ 0,00	0,062 $\pm$ 0,000	0,07 $\pm$ 0,00	5,11 $\pm$ 0,06
D ₂	29,21 $\pm$ 10,19	1484,10 $\pm$ 0,00	0,221 $\pm$ 0,000	0,26 $\pm$ 0,00	4,82 $\pm$ 0,35
E ₁	17,52 $\pm$ 0,05	178,17 $\pm$ 0,00	0,489 $\pm$ 0,000	0,36 $\pm$ 0,00	5,03 $\pm$ 0,08
E ₂	17,52 $\pm$ 0,05	5138,80 $\pm$ 0,00	2,090 $\pm$ 0,001	0,94 $\pm$ 0,00	5,25 $\pm$ 0,06
F ₁	17,51 $\pm$ 0,011	358,70 $\pm$ 0,00	0,547 $\pm$ 0,000	0,10 $\pm$ 0,00	4,94 $\pm$ 0,08
F ₂	17,51 $\pm$ 0,011	5788,40 $\pm$ 0,00	1,580 $\pm$ 0,060	1,14 $\pm$ 0,00	4,94 $\pm$ 0,39

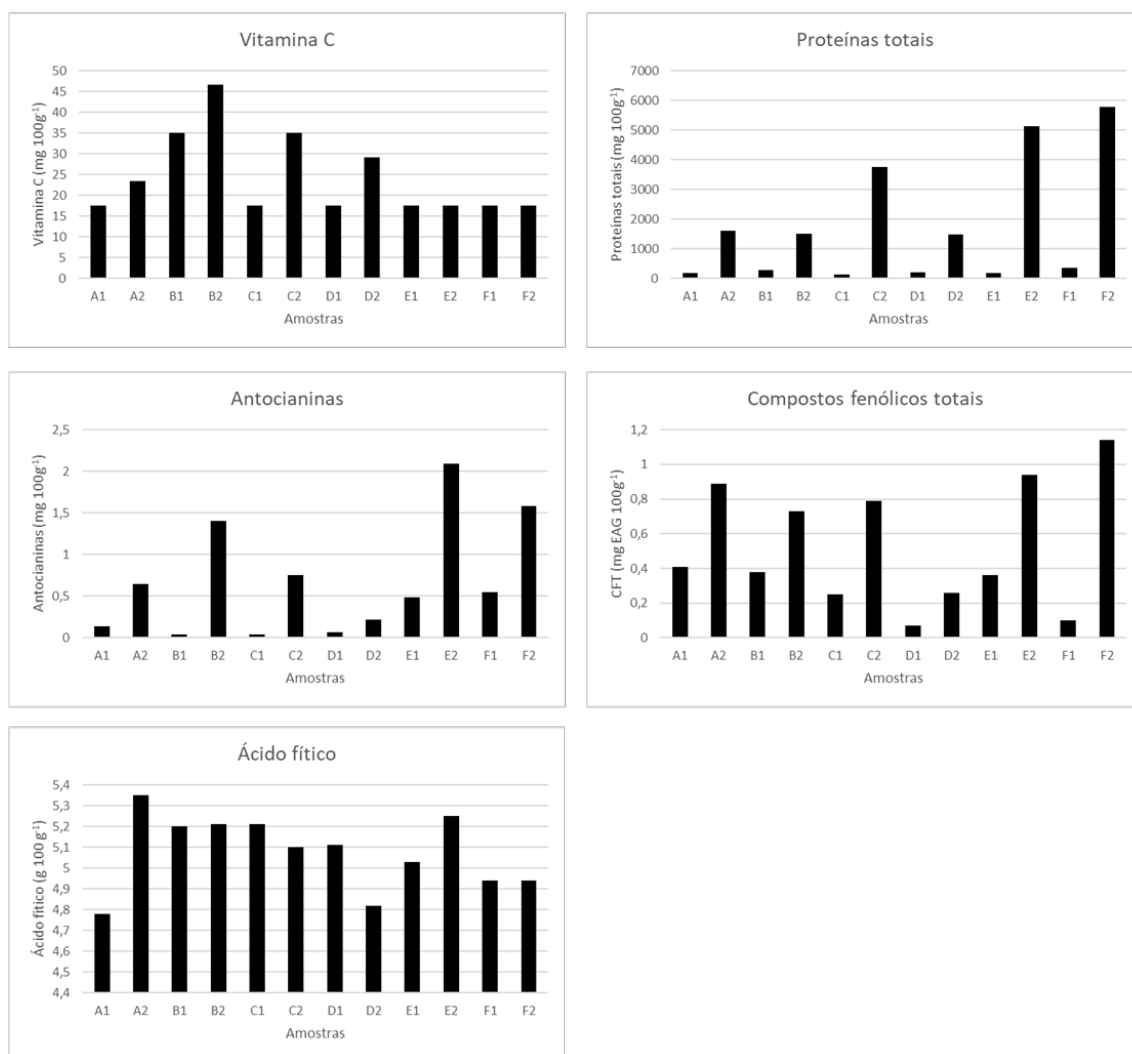
A₁ e A₂: bebida composta de arroz e coco; B₁ e B₂: bebida composta de amêndoas; C₁ e C₂: bebida composta de aveia; D₁ e D₂: bebida composta de castanha de caju; E₁ e E₂: bebida composta de castanha de caju e do brasil; F₁ e F₂: bebida composta de castanha de caju e cacau.

Fonte: Autoria própria (2024).

O teste *t* de *Student* pareado também indicou diferenças estatisticamente significativas no intervalo de confiança de 95% para os compostos bioativos, ácido fítico e proteínas totais apresentados na Tabela 3 e no Gráfico 2, o que pode ser atribuído às matérias-primas e ao processamento. No caso dos compostos bioativos, o processamento contribui também na degradação e diminuição da concentração destes compostos nas bebidas vegetais em relação à

matéria-prima de origem, uma vez que são compostos químicos termosensíveis e fotorreativos.

Gráfico 2 – Gráfico de variação (valor médio) da concentração de vitamina C, proteínas totais, antocianinas, compostos fenólicos totais e ácido fítico nas amostras de bebidas à base de plantas comerciais coletadas.



Fonte: Autoria própria (2025).

A determinação da concentração dos compostos bioativos nas bebidas à base de plantas comerciais realizadas neste estudo também demonstrou uma variação entre as amostras. Os valores médios de vitamina C variaram entre $17,51 \pm 0,12$ e $46,71 \pm 10,10$ mg

100 g⁻¹. Esses resultados diferem bastante de Abreu *et al.* (2007) que obtiveram concentrações de vitamina C variando de $0,09 \pm 0,03$ até $3,35 \pm 0,09$ mg 100 g⁻¹ em diferentes amostras de bebidas à base de vegetais. Walther *et al.* (2022) não detectaram a presença de vitamina C nas amostras de bebidas comerciais a base de plantas coletadas em Bern, Suíça. A diferença nos valores pode ser atribuída à matéria-prima usada na produção e ao tipo processamento utilizada na elaboração das bebidas.

O consumo de alimentos ricos em antocianinas proporciona uma potente ação antioxidante, combatendo o estresse oxidativo e prevenindo diversas doenças. Essa atividade antioxidante é comprovada por inúmeros estudos, que associam as antocianinas a propriedades anticancerígenas, anti-inflamatórias, antimicrobianas e a proteção contra doenças cardiovasculares, diabetes e obesidade (Gomes *et al.*, 2022). Os resultados médios de antocianinas totais variaram entre $0,035 \pm 0,000$ até $2,090 \pm 0,001$ mg 100 g⁻¹. A presença deste composto bioativo em bebidas vegetais é importante a fim de garantir o consumo de alimentos com compostos químicos com propriedades funcionais.

Os compostos fenólicos totais apresentaram valores médios entre $0,07 \pm 0,001$ a $1,14 \pm 0,00$ mg EAG 100 g⁻¹. Jemaa *et al.* (2021) encontraram teores de compostos fenólicos totais em bebidas à base de plantas variando de 0,310 a 0,836 mg EAG/ g. Olagunju, Oyewumi (2019) encontraram teores máximos de compostos fenólicos totais de 33,25 mg GAE/mL em bebidas à base de plantas comerciais coletadas na cidade de Akure, Nigéria. A presença de compostos fenólicos em bebidas à base de plantas confere a elas um maior potencial antioxidante e anti-inflamatório, o que pode trazer benefícios para a saúde. Esses compostos bioativos, além de neutralizar radicais livres e reduzir inflamações, possuem outras propriedades importantes, como ação contra microrganismos, prevenção do câncer e proteção do sistema cardiovascular e nervoso (Magalhães; Santos, 2021).

Bebidas elaboradas a partir de plantas apresentam uma diversidade de compostos bioativos que podem beneficiar a saúde. Os compostos bioativos são metabólitos secundários gerados durante o crescimento e a reprodução das plantas, os quais desempenham funções benéficas e protetoras para a saúde. Esses compostos estão presentes em pequenas quantidades de forma natural em vegetais, sementes e grãos, oferecendo benefícios à saúde e influenciando a função metabólica quando consumidos (Chaves, 2005; Kris-Etherton *et al.* 2002). Carotenoides, flavonoides e outros compostos fenólicos são exemplos de bioativos que

podem estar presentes nessas bebidas, com potencial antioxidante e outras propriedades funcionais (Oliveira et al. 2024).

Sendo assim, a presença de vitamina C, antocianinas e compostos fenólicos totais nas bebidas à base de plantas avaliadas neste trabalho demonstram que estes novos produtos podem apresentar características funcionais e promotoras da saúde, o que atualmente tem sido uma busca crescente do mercado consumidor mundial.

Os teores de proteínas totais apresentaram valores médios para as amostras nos dois lotes variando de $134,51 \pm 0,00$ até $5788,40 \pm 0,00$ mg 100 mL⁻¹. Walther *et al.* (2022) encontraram resultados variando de 120 mg 100 mL⁻¹ a 480 mg 100 mL⁻¹ e Smith *et al.* (2022) encontraram teores de proteínas totais entre 200 mg 100 mL⁻¹ a 3500 mg 100 mL⁻¹ em bebidas à base de plantas comerciais. Esta variação pode ser atribuída aos diferentes tipos de métodos de extração da matéria-prima vegetal (Mello *et al.*, 2021). Ao compararmos o teor proteico total das bebidas vegetais analisadas com o teor indicado pela TBCA para leite (2350 mg 100 mL⁻¹), independente do tipo de proteína e da disponibilidade delas, pode-se observar que a bebida de origem animal apresenta concentração de proteínas totais maior do que alguns tipos de bebidas à base de plantas avaliados neste trabalho (exceto C₂, E₂ e F₂).

A determinação da concentração de ácido fítico em alimentos e bebidas é importante na avaliação da dificuldade que o organismo terá para absorver os minerais presentes, uma vez que estas substâncias são classificadas como inibidores da biodisponibilidade de minerais em alimentos (Gibson *et al.*, 2010). Os resultados médios variaram entre $4,78 \pm 0,40$ e $5,35 \pm 0,05$ g 100 g⁻¹. Sanches (2018) apresentou resultados da concentração de ácido fítico que variaram entre $12,1\% \pm 10$ e $14,1\% \pm 12$ para bebidas vegetais à base de soja. As variações das concentrações de ácido fítico ou fitatos em alimentos ou bebidas podem ser atribuídas às diferentes matérias-primas vegetais utilizadas, sendo os cereais os principais contribuintes para a presença destas substâncias nos alimentos.

Os testes estatísticos indicaram diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes lotes e amostras no intervalo de confiança de 95%. Estas diferenças podem ser atribuídas às diferentes matérias-primas, bem como, aos distintos processos industriais utilizados para o processamento e produção destes produtos, tais como, moagem, separação do extrato por gravitação, filtração, centrifugação, hidrólise enzimática ou química, processos térmicos, branqueamento, pasteurização, entre outros (McClements, 2020).

Sendo assim, estes resultados indicam uma heterogeneidade entre as amostras e lotes das bebidas à base de plantas analisadas neste trabalho o que sugere a necessidade de uma padronização na produção destas bebidas.

Considerações finais

Os resultados obtidos no presente trabalho indicaram que as bebidas à base de plantas comerciais avaliadas demonstraram grande variação em suas composições físico-químicas e na concentração de compostos bioativos entre as amostras e os lotes. Quando comparados com dados reportados na literatura nacional e internacional sobre análise físico-química e determinação de compostos bioativos em bebidas vegetais, também foi verificada esta mesma variação. Estas variações podem estar associadas às diferentes matérias-primas utilizadas e aos diferentes tipos de métodos de extração para obtenção das bebidas.

Este trabalho destaca também o potencial bioativo destas bebidas, o que pode contribuir para uma maior saudabilidade, *marketing* e valorização comercial destes produtos alimentícios em um mercado consumidor em crescente expansão no Brasil e no mundo.

A ausência de uma padronização de produção, estabilidade e armazenamento para bebidas à base de plantas gera uma heterogeneidade nos produtos disponíveis no mercado, dificultando a comparação entre diferentes marcas, lotes e a garantia da qualidade e segurança do alimento.

Neste contexto, a caracterização físico-química e a determinação de compostos bioativos em bebidas comerciais à base de plantas pode contribuir com resultados que indiquem a criação de um padrão de identidade e de qualidade (PIQ) físico-químico, além de destacar as propriedades funcionais e benéficas à saúde destas bebidas.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPEMAT e ao CNPq pelas bolsas de iniciação científica concedida aos discentes B.B.K. e J.N.G. e ao IFMT pelo fomento de taxa de bancada referente ao Edital nº 93/2023.

Referências

- ABREU, C. R. A.; PINHEIRO, A. M.; MAIA, G. A.; CARVALHO, J. M. DE; SOUSA, P. H. M. Avaliação química e físico-química de bebidas de soja com frutas tropicais. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 18, n. 3, p. 291-296, jul./set.1997. Disponível em: https://web.archive.org/web/20180425022944id_/http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/166/174. Acesso em: 28 out. 2024.
- 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**, Amsterdam, v.7, p. 103975, jul. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103975>. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1756464620301997>. Acesso em: 26 nov. 2024.
- BACCAN, N.; ANDRADE, J.C.; GODINHO, O.E.S.; BARONE, J.S. **Química analítica quantitativa elementar**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1992.
- BRUSATI, M.; BARONI, L.; RIZZO, G.; GIAMPIERI, F.; BATTINO, M. Plant-Based Milk Alternatives in Child Nutrition. **Foods**, Basel, v. 12, p. 1544- 1565, abr. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12071544>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/12/7/1544>. Acesso em: 12 dez. 2024.
- CARVALHO, W. T.; REIS, R. C.; VELASCO, P.; SOARES JÚNIOR, M. S.; BASSINELLO, P. Z.; CALIARI, M. Características físico-químicas de extratos de arroz integral, quirera de arroz e soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 422-429, jul./set. 2011. DOI: <https://doi.org/10.5216/pat.v41i3.9885>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/bwqYW5DGm6mZWhGnnV9vScf/>. Acesso em: 24 nov. 2024.
- CHAVES, D.F.S. **Compostos bioativos dos alimentos**. São Paulo: Valéria Paschoal Editora, 2015.
- DASZKIEWICZ, T.; FLOREK, M.; MURAWSKA, D.; JABŁOŃSKA, A. A comparison of the quality of ultra-high-temperature milk and its plant-based analogs. **Journal of Dairy Science**, Amsterdam, v. 107, n. 12, p. 10299-10309, dez. 2024. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2024-25098>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030224010518>. Acesso: 25 mar. 2025.
- FONSECA, J. D. O. Inovação na produção de proteínas alternativas *plant-based*. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 41, p. e27547, jan./dez. 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.35977/0104-1096.cct2024.v41.27547>. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/27547>. Acesso: 13 dez. 2024.

FRANCISQUINI, J. A.; ALTIVO, R.; DIAZ, C. C. M.; COSTA, J. C.; KHARFAN, D.; STEPHANI, R.; PERRONE, I. T. Physicochemical aspects of industrial plant-based beverages. **Química Nova**, São Paulo, v.47, n.1, p. 1-8, ago. 2024. DOI: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20230089>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/YJVYVcsHwp5gWNkvkj6h5h/>. Acesso: 13 dez. 2024.

FULEKI, T.; FRANCIS, F.J. Quantitative methods for anthocyanins: 1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. **Journal of Food Science**, Chicago, v.33, p.72-77, jan.1968. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1968.tb00887.x> . Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.1968.tb00887.x>. Acesso em: 25 nov. 2024.

GARCÍA-VILLANOVA, R.; GARCÍA-VILLANOVA, R.J.; LOPE, C.R. Determination of phytic acid by complexometric titration of excess of iron (III). **The Analyst**, London, v. 107, n. 1281, p. 1503-1506, dez.1982. DOI: <https://doi.org/10.1039/an9820701503>. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/1982/an/an9820701503>. Acesso em: 25 nov.2024.

GIBSON, R.S; BAILEY, K.B.; GIBBS, M.; FERGUSON, E. L. A review of phytate, iron, zinc, and calcium concentrations in plant-based complementary foods used in low-income countries and implications for bioavailability. **Food and Nutrition Bulletin**, Thousand Oaks, v. 31, n. 2, p. 134-146, jun. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1177/15648265100312S206>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/epdf/10.1177/15648265100312S206>. Acesso em: 26 nov. 2024.

GOMES, B. B.; JESUS, L. K.; SCHMIELE, M.; RIGOLON, T. C. B. Efeitos das antocianinas na saúde: uma revisão sistemática. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 4, p. e6411427069, mar. 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i4.27069>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/27069>. Acesso em: 28 out. 2024.

GONÇALVES, T. O.; FILBIDO, G. S.; PINHEIRO, A. P. O.; PIERETI, P. D. P.; VILLA, R. D.; OLIVEIRA, A. P. *In vitro* bioaccessibility of the Cu, Fe, Mn and Zn in the baru almond and bociúva pulp and, macronutrients characterization. **Journal of Food Composition and Analysis**, Amsterdam, v. 86, p.103356, mar. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103356>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157519303825?via%3Dihub>. Acesso em: 25 mar. 2025.

HAAS, R.; SCHNEPPS, A.; PICHLER, A.; MEIXNER, O. Cow milk versus plant-based milk substitutes: A comparison of product image and motivational structure of consumption. **Sustainability**, Basel, v.11, n. 18, p. 5046-5070, set. 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11185046>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/18/5046> Acesso em: 12 dez. 2024.

HAYES, M. Measuring Protein Content in Food: An Overview of Methods. **Foods**, Basel, v. 9, n. 10, p. 1340 - 1344, set. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9101340>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/10/1340>. Acesso em: 24 mar. 2025.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4. ed. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2005.

JEMAA, M. B.; GAMRA, R.; FALLEH, H.; KSOURI, R.; BEJI, R. S. Plant-Based Milk Alternative: Nutritional Profiling, Physical Characterization and Sensorial Assessment. **Current Perspectives on Medicinal and Aromatic Plants**, Çankaya, v. 4, n. 2, p. 108-120, dez. 2021. DOI: <https://doi.org/10.38093/cupmap.1037118>. Disponível em: <https://dergipark.org.tr/en/pub/cupmap/issue/67510/1037118>. Acesso em: 17 dez. 2024.

KRIS-ETHERTON, P. M.; HECKER, K. D.; BONANOME, A.; COVAL, S. M.; BINKOSKI, A. E.; HILPERT K. F.; GRIEL, A. E.; ETHERTON, T. D. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and câncer. **The American Journal of Medicine**, Amsterdam, v. 113, n. 9, p. 71-88, dez. 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0002-9343\(01\)00995-0](https://doi.org/10.1016/S0002-9343(01)00995-0). Disponível em: [https://www.amjmed.com/article/S0002-9343\(01\)00995-0/abstract](https://www.amjmed.com/article/S0002-9343(01)00995-0/abstract). Acesso em: 25 nov. 2024.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.45, p.1390-1393, abr. 1997. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf960282f> Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf960282f>. Acesso em: 25 nov. 2024.

LIMA, A. J. B.; CORREA, A. D.; SACZK, A. A.; MARTINS, M. P.; CASTILHO, R. O. Anthocyanins, pigment stability and antioxidant activity in jaboticaba [*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg]. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 877-887, set. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000300023>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/LLm48qRvnb6Rg5YFLJgjTJv/>. Acesso em: 25 nov. 2024.

MAGALHÃES, B.; SANTOS, W. Capacidade antioxidante e conteúdo fenólico de infusões e decocções de ervas medicinais. In: ALMEIDA JÚNIOR, S. (Org.) **Produtos Naturais e Suas Aplicações: da comunidade para o laboratório**. Guarujá: Editora Científica Digital, 2021. p. 234-247.

McCLEMENTS, D. J. Development of Next-Generation Nutritionally Fortified Plant-Based Milk Substitutes: Structural Design Principles. **Foods**, Basel, v. 9, n. 4, p. 421-447, abr. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9040421>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/4/421>. Acesso em: 25 nov.2024.

MELLO, L. O.; FRANCISQUINI, J. A.; COSTA, J. C.; KHARFAN, D.; PERRONE, I. T.; STEPHANI, R. Comparação da composição, dos aspectos nutricionais e do preço de mercado entre o leite UHT e bebidas vegetais UHT. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 13, p. e128101320860, out. 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i13.20860>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/20860>. Acesso em 25 nov. 2024.

NARITA, I. M. P.; FILBIDO, G. S.; FERREIRA, B. A.; PINHEIRO, A. P. O.; NASCIMENTO, E.; VILLA, R. D.; OLIVEIRA, A. P. In vitro bioaccessibility of carotenoids and phenolic compounds and antioxidant capacity of pequi fruit (*Caryocar brasiliense* Camb.) flours. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 25, p. e2021068, mai. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.06821>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/x5QChRLWZ7ftMrTt6n5DYrz/?lang=pt#>. Acesso em 25 mar. 2025.

OLIVEIRA, V. A. F.; SCHIPFER, C. W. T.; GOMES, E. S.; RESENDE, F. R.; FRIEDRICHSEN, J. S. A.; CASTRO, F. F.; FRIGO, G.; MACHINSKI JUNIOR, M. Clitoria ternatea: compostos bioativos e seu potencial para elaboração de bebidas funcionais. **Observatório de La Economía Latinoamericana**, São José dos Pinhais, v. 22, n. 7, p. e5997, jul. 2024. DOI: <https://doi.org/10.55905/oelv22n7-272>. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/5997>. Acesso em: 2 out. 2024.

OLAGUNJU, A.I.; OYEWUMI, D.M. Physicochemical properties and antioxidant activity of novel plant milk beverage developed from extracts of tiger nut, cashew nut and coconut. **Applied Tropical Agriculture**, Akure, v. 24, n. 1, p. 170-176, abr. 2019.

PINTO, Daiane dos Santos. **Desenvolvimento de bebida vegetal à base de amêndoa de castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.), arroz (*Oryza sativa* L.) e ameixa (*Prunus domestica* L.)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

REYES-JURADO, F.; SOTO-REYES, N.; DÁVILA-RODRÍGUEZ, M.; LORENZO-LEAL, A. C.; JIMÉNEZ-MUNGUÍA, M.T., MANI-LÓPEZ, E.; LÓPEZ-MALO, A. Plant-Based Milk Alternatives: Types, Processes, Benefits, and Characteristics. **Food Reviews International**, London, n. 39, v. 4, p. 2320–2351, jul. 2021. DOI: 10.1080/87559129.2021.1952421. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/87559129.2021.1952421>. Acesso em 24 mar. 2025.

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**, London, v.53, n. 9, p. 3408–3423, set. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2328-3>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-016-2328-3>. Acesso em: 28 nov. 2024

SHORI, A. B.; AL ZAHRANI, A. J. Non-dairy plant-based milk products as alternatives to conventional dairy products for delivering probiotics. **Food Science and Technology**, Campinas, v.42, p. e101321, dez. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/fst.101321>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/TSNM7DMFVqYWmBmky9JtD8J/?format=pdf>. Acesso em: 24 mar. 2025.

SMITH, N. W.; DAVE, A. C.; HILL, J. P.; McNABB, W. C. Nutritional assessment of plant-based beverages in comparison to bovine milk. **Frontiers in Nutrition**, Lausanne, v. 9, p. 1-12, ago. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.957486>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/nutrition/articles/10.3389/fnut.2022.957486/full>. Acesso em: 26 nov. 2024.

TANGYU, M.; MULLER, J.; BOLTEN, C.J.; WITTMANN, C. Fermentation of plant-based milk alternatives for improved flavour and nutritional value. **Applied Microbiology and Biotechnology**, London, v. 103 p. 9263-9275, nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-019-10175-9>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00253-019-10175-9> Acesso em: 25 nov. 2024.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DOS ALIMENTOS. **Leite, vaca, integral, UHT**. São Paulo: Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos, [2024]. Disponível em: https://www.tbca.net.br/base-dados/int_composicao_alimentos.php?cod_produto=BRC0044G Acesso em: 17 dez. 2024.

TRICHES, R. M. Dietas saudáveis e sustentáveis no âmbito do sistema alimentar no século XXI. **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 126, p. 881-894, jul./set. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-1104202012622>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/gyXnR5ZJv6YLsBdRYKZTsLp/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 25 nov. 2024.

WALTHER, B.; GUGGISBERG, D.; BADERTSCHER, R.; EGGER, L.; PORTMANN, R.; DUBOIS, S.; HALDIMANN, M.; KOPF- BOLANZ, K.; RHYN, P.; ZOLLER, O.; VERAGUTH, R.; REZZI, S. Comparison of nutritional composition between plant-based drinks and cow's milk. **Frontiers in Nutrition**, Lausanne, v. 9, p. 1-17, out. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.988707>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/nutrition/articles/10.3389/fnut.2022.988707/full>. Acesso em: 26 nov. 2024.

WARREN, V.; BELL, R.; BRUNING-MESCHER, S. Plant-based milk alternatives: Consumer needs and marketing strategies. In: BERTELLA, G.; SANTINI, C. (Org.) **Plant-Based Food Consumption Products, Consumers and Strategies**. London: Elsevier, 2023. p. 153-177. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/C2021-0-01320-1>. Acesso: 12 dez. 2024.

XUE, J.; YIN, Y. Plant-Based Food: From Nutritional Value to Health Benefits. **Foods**, Basel, v. 13, n. 22, p. 3595-3601, nov. 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13223595>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/13/22/3595>. Acesso: 24 mar. 2025.

ZAIA, D. A. M.; ZAIA, C. T. B. V.; LICHTIG, J. Determination of total protein by spectrophotometry: advantages and disadvantages of proposed methods. **Química Nova**, São Paulo, v. 21 n. 6, p. 787-793, nov. 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40421998000600020>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/pnCxFMPrQkjW5vj38BT5kbG/>. Acesso em: 10 dez. 2024.