

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**COMPREENDENDO A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CASCA
DO BURITI (*Mauritia flexuosa*) PARA A ELABORAÇÃO DE
PRODUTOS ALIMENTÍCIOS**

WALLACE CARLOS DE SOUSA

PALMAS – TO

2024

WALLACE CARLOS DE SOUSA

**COMPREENDENDO A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CASCA
DO BURITI (*Mauritia flexuosa*) PARA A ELABORAÇÃO DE
PRODUTOS ALIMENTÍCIOS**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência em Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins, para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Linha de pesquisa: Desenvolvimento de novos produtos.

Orientador: Prof. Dr. Abraham Damian Giraldo Zuniga

PALMAS – TO

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- C284c CARLOS DE SOUSA, WALLACE.
COMPREENDENDO A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CASCA DO
BURITI (*Mauritia flexuosa*) PARA A ELABORAÇÃO DE PRODUTOS
ALIMENTÍCIOS. / WALLACE CARLOS DE SOUSA. – Palmas, TO, 2024.
71 f.
- Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins
– Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em
Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2024.
- Orientador: Abraham Damian Giraldo Zuniga
1. Aproveitamento. 2. Valorização. 3. Compostos fenólicos. 4.
Carotenoides. I. Título

CDD 664

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer
forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte.
A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184
do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da
UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

WALLACE CARLOS DE SOUSA

**COMPREENDENDO A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CASCA
DO BURITI (*Mauritia flexuosa*) PARA A ELABORAÇÃO DE
PRODUTOS ALIMENTÍCIOS**

Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 02 de fevereiro de 2024, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

Prof. Dr. Abraham Damian Giraldo Zuñiga (Orientador)

UFT

Prof^a. Dra. Clarissa Damiani

Membro Interno - UFT

Prof. Dr. Juliano de Dea Lindner

Membro Externo - UFSC

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar à Deus pelo dom da vida e por me conduzir a chegar aonde eu não havia imaginado.

A minha mãe Diomara e ao meu pai Jocilé, por todo amor e incentivo a estudar, mostrando que é o melhor caminho para transformar nossas vidas e por me estimular a ser uma pessoa melhor.

Eterna gratidão!

Aos meus irmãos, Jocileide, Eliziane, Gilliard, Sonária e William por sempre estarem ao meu lado me ajudando, incentivando e comemorando comigo as conquistas acadêmicas. Obrigado pelo companheirismo e cumplicidade.

As minhas sobrinhas Milena, Kamila e Raissa que sempre estão ao meu lado, nas grandes conquistas.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Abraham, pela paciência, apoio, dedicação e confiança. Obrigada de coração por fazer parte da minha jornada e formação profissional e por me guiar pelos caminhos do conhecimento. Gratidão!

E todos aqueles que contribuíram de alguma forma para concretização e realização desse trabalho.

RESUMO

O cerrado é um dos biomas de maior biodiversidade do mundo, caracterizado por sua riqueza de frutas nativas com características sensoriais únicas. Entre essas frutas, destaca-se a buriti (*Mauritia flexuosa*), pertencente à família Arecaceae, reconhecida pelo seu elevado teor de compostos bioativos tais como carotenoides, ácidos fenólicos e flavonoides. Logo, o completo aproveitamento dessa fruta se faz necessário com o intuito de mitigar os problemas advindos do descarte incorreto de resíduos como cascas e sementes. Assim, este estudo teve como objetivo central realizar uma avaliação abrangente das propriedades químicas e físico-químicas, compostos fitoquímicos, análises funcionais das cascas do buriti *in natura* e secas a 55 °C, juntamente com o estudo do perfil fenólico e do potencial antioxidante dos extratos recuperados. Os resultados indicaram alto teor fibras e valor energético para a amostra processadas a 55 °C (58,95 g 100 g⁻¹ e 378,91 kcal 100 g⁻¹, respectivamente) e baixo conteúdo de lipídeos e proteínas (1,03 g 100 g⁻¹ e 1,39 g 100 g⁻¹, respectivamente). Independente da amostra analisada a maltose foi o açúcar majoritário (37,33 – 281,01 g 100 g⁻¹). Os principais ácidos graxos detectados foram o ácido oleico seguido do ácido palmítico. A análise do perfil de minerais demonstrou que as amostras não diferiram significativamente entre si, demonstrando que o processo de secagem não interferiu nos resultados obtidos ($p \leq 0.01$). A análise dos fenólicos individuais permitiu a identificação de 06 compostos fenólicos nas cascas do buriti. No entanto, é possível observar que o método de secagem exerceu influência positiva e significativa no perfil fenólico ($p \leq 0.01$), sendo o ácido clorogênico (2,63 – 8,27 mg 100 g⁻¹) e a trigonelina (1,06 – 41,52 mg 100 g⁻¹), os compostos majoritários. Por outro lado, é importante ressaltar que as cascas do buriti apresentam elevado teor de carotenoides, sendo também influenciado positivamente pelo processo de secagem a 55 °C ($p \leq 0.01$). As cascas secas apresentaram elevado teor de compostos fitoquímicos e alta atividade antioxidante pelos diferentes métodos testados. As análises funcionais demonstram que a farinha das cascas do buriti é rica nutricionalmente, no entanto, deve ser utilizada como complemento em formulações com outras farinhas, como a de trigo. Os resultados mostram que a farinha das cascas do buriti pode ser plenamente aproveitada e possui aspectos nutricionais e químicos que podem ser aplicados no desenvolvimento de novas e nutritivas formulações alimentares.

Palavras-chave: Aproveitamento. Valorização. Compostos fenólicos. Carotenoides. Ácidos graxos.

ABSTRACT

The Cerrado is one of the most biodiverse biomes in the world, characterized by its wealth of native fruits with unique sensory characteristics. Among these fruits, buriti (*Mauritia flexuosa*) stands out, belonging to the Arecaceae family, recognized for its high content of bioactive compounds such as carotenoids, phenolic acids and flavonoids. Therefore, the complete use of this fruit is necessary in order to mitigate problems arising from the incorrect disposal of waste, such as peels and seeds. Thus, this study's central objective was to carry out a comprehensive evaluation of the chemical and physicochemical properties, phytochemical compounds, and functional analyses of buriti peels in natura and dried at 55 °C, together with the study of the phenolic profile and antioxidant potential of the extracts recovered. The results indicated high fiber content and energy value for the sample processed at 55 °C (58.95 g 100 g⁻¹ and 378.91 kcal 100 g⁻¹, respectively) and low lipid and protein content (1.03 g 100 g⁻¹ and 1.39 g 100 g⁻¹, respectively). Regardless of the sample analyzed, maltose was the majority sugar (37.33 – 281.01 g 100 g⁻¹). The main fatty acids detected were oleic acid followed by palmitic acid. The analysis of the mineral profile demonstrated that the samples did not differ significantly from each other, demonstrating that the drying process did not interfere with the results obtained ($p \leq 0.01$). The analysis of individual phenolics allowed the identification of 6 phenolic compounds in buriti peels. However, it is possible to observe that the drying method had a positive and significant influence on the phenolic profile ($p \leq 0.01$), with chlorogenic acid (2.63 – 8.27 mg 100 g⁻¹) and trigonelline (1.06 – 41.52 mg 100 g⁻¹), the main compounds. On the other hand, it is important to highlight that buriti peels have a high carotenoid content, which is also positively influenced by the drying process at 55 °C ($p \leq 0.01$). The dried peels showed a high content of phytochemical compounds and high antioxidant activity by the different methods tested. Functional analyses demonstrate that buriti peel flour is nutritionally rich. However, it should be used as a complement in formulations with other flours, such as wheat. The results show that buriti peel flour can be fully utilized and has nutritional and chemical aspects that can be applied in the development of new and nutritious food formulations.

Keywords: Utilization. Valuation. Phenolic compounds. Carotenoid. Fatty acids.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Análises físico-químicas da casca do buriti <i>in natura</i> e processada a 55 °C.....	33
Tabela 2	Análise dos carboidratos individuais da casca do buriti <i>in natura</i> e processada.....	36
Tabela 3	Análise do perfil de minerais obtidos da casca do buriti <i>in natura</i> e da casca processada.....	38
Tabela 4	Análise de fenólicos individuais e carotenoides totais da casca do buriti <i>in natura</i> e da casca processada.....	41
Tabela 5	Composição em ácidos graxos dos óleos da casca do buriti <i>in natura</i> e da casca processada obtidos por Soxhlet com <i>n</i> -hexano.....	44
Tabela 6	Compostos fitoquímicos e análises de potencial antioxidante dos extratos obtidos da casca do buriti <i>in natura</i> e da casca processada.....	46
Tabela 7	Propriedades funcionais da farinha da casca do buriti.....	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Estrutura química do ácido ferúlico um ácido fenólico, e estrutura química da catequina um flavonoide.....	20
Figura 2	Espectros de FTIR da farinha produzida a partir das cascas de buriti.....	48
Figura 3	Curvas termogravimétricas obtidas através da análise termogravimétrica (TGA/DTA) da farinha produzida da casca de buriti.....	50
Figura 4	Micrografias de microscopia eletrônica de varredura da farinha de buriti (A. 500x, B.1000x, C. 2000x e D. 5000x)	51

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	OBJETIVOS	14
2.1.	Objetivo geral	14
2.2.	Objetivos específicos	14
3.	REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1.	Buriti (<i>Mauritia Flexuosa</i>)	15
3.2.	Coprodutos de frutos	16
3.3.	Secagem	18
3.4.	Compostos fenólicos e antioxidantes	19
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	22
4.1.	Obtenção da matéria prima	22
4.2.	Composição nutricional	22
4.3.	Análises químicas	23
4.4.	Carboidratos individuais	23
4.5.	Perfil de minerais	24
4.6.	Fenólicos individuais	24
4.7.	Carotenoides totais	25
4.8.	Perfil de ácidos graxos	25
4.9.	Compostos bioativos	26
4.9.1.	Obtenção dos extratos.....	26
4.9.2.	Compostos fitoquímicos.....	26
4.9.2.1.	<i>Fenólicos totais</i>	26
4.9.2.2.	<i>Flavonoides totais</i>	27
4.9.2.3.	<i>Flavonóis totais</i>	27
4.9.2.4.	<i>Taninos condensados</i>	27
4.9.3.	Potencial antioxidante.....	28
4.9.3.1	<i>DPPH</i>	28
4.9.3.2	<i>ABTS</i>	28
4.9.3.3	<i>FRAP</i>	29
4.9.3.4	<i>Inibição da peroxidação lipídica (IPL)</i>	29

4.9.3.5 Fosfomolibdênio.....	30
4.10 Espectroscopia na região do infravermelho (FTIR-ATR)	30
4.11 Análise termogravimétrica (TGA)	30
4.12 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)	30
4.13 Propriedades funcionais.....	31
4.13.1 Índice de absorção de água (IAA) e leite (IAL)	31
4.13.2 Índice de absorção de óleo (IAO)	31
4.13.2 Solubilidade em água e leite.....	31
4.14. Análise estatística.....	32
5. RESULTADOS E DICUSSÕES.....	33
5.1. Composição nutricional.....	33
5.2. Perfil de carboidratos individuais.....	35
5.3. Perfil de minerais.....	37
5.4. Fenólicos individuais e carotenoides totais.....	40
5.5. Ácidos graxos.....	44
5.6. Compostos bioativos.....	45
5.6.1. Fitoquímicos.....	45
5.6.2. Potencial antioxidante.....	47
5.7. FTIR-ATR.....	47
5.8. Análise termogravimétrica (TGA/DTA)	49
5.9. Microscopia eletrônica de varredura (MEV)	50
5.10. Propriedades funcionais da farinha da casca do buriti.....	52
6. CONCLUSÕES.....	53
REFERÊNCIAS.....	55

1. INTRODUÇÃO

As frutas tornaram-se essenciais na alimentação humana devido à sua rica composição nutricional, proporcionando benefícios significativos para a saúde (Kaparapu; Pragada; Geddada, 2020). No entanto, o desafio de suprir as necessidades alimentares de uma população em constante crescimento, o Brasil destaca-se como um dos principais produtores mundiais de frutas (Soria-Ruiz *et al.*, 2022). O mercado brasileiro de frutas experimentou um notável crescimento, impulsionado pela crescente demanda da população por alimentos saudáveis, ricos em compostos bioativos, polifenóis, β -caroteno e licopeno, sendo as frutas um exemplar notável dessas propriedades. O valor nutricional e as características relacionadas à saúde desses alimentos estão intrinsecamente ligados a diversos fatores, incluindo a concentração de nutrientes, fitoquímicos, ingestão diária e biodisponibilidade (Sousa *et al.*, 2023; Teshome *et al.*, 2023; Morais *et al.*, 2024).

Nesse contexto, as frutas tropicais brasileiras representam um mercado com um grande potencial e, que cresce a um ritmo acelerado, com novos setores comerciais sendo conquistados a cada dia. O interesse recente por essas frutas se deve às suas características sensoriais únicas e ao alto potencial nutricional, farmacêutico e econômico (Borgonovi *et al.*, 2021; Cândido *et al.*, 2015). Uma das principais família de palmeiras frutíferas e comercializadas em larga escala é a Arecaceae, sendo catalogadas 2.600 espécies pelo mundo, e 48 delas nativas da flora brasileira. No Brasil a ocorrência destas palmeiras se distribui entre os biomas Cerrado, Caatinga, Pampa e Mata Atlântica (Sosinski *et al.*, 2019; Souza *et al.*, 2020; Morais *et al.*, 2022).

Dentre as palmeiras nativas dos biomas brasileiros, destaca-se a palmeira do buriti (*Mauritia flexuosa*), a palmeira mais abundante do Brasil, amplamente distribuída nos biomas Cerrado e Amazônia. Além disto, também pode ser encontrada em outros países da América do Sul, incluindo Bolívia, Venezuela, Peru, Colômbia, Guiana e Equador. O buriti pertence à família Arecaceae, possui um tronco cilíndrico reto, podendo atingir até 40 m de altura, o fruto produzido é coberto por escamas marrom-avermelhadas, com uma fina camada de polpa amarela, que podem ser utilizadas como suco, sorvete, picolé, geleia e bebidas fermentadas (Resende *et al.*, 2019; Rudke *et al.*, 2019; Bataglion *et al.*, 2020). Sua polpa apresenta ainda como uma das principais fontes de vitamina A e carotenoides do reino vegetal, sendo também reportado que é rico em fibras alimentares e minerais, tais como cálcio, ferro, fósforo, magnésio e manganês (Berni *et al.*, 2020; Morais *et al.*, 2022).

Assim, o Brasil tem papel relevante no contexto mundial como um dos maiores produtores de frutas, sendo que esta cadeia produtiva vem se tornando como um dos mais significativos segmentos econômicos do agronegócio brasileiro, com uma produção estimada de 42 milhões de toneladas no ano de 2019 (IBGE, 2019). Por causa do contínuo crescimento dessa atividade e sua relevância econômica, há uma compensação na produção de uma imensa quantidade de resíduos, presume-se que eles possam representar mais de 40% do volume total de frutas processadas (Zuin *et al.*, 2020). Estes resíduos, de forma geral, são compostos por uma mistura de sementes, cascas e bagaços, cuja aplicação mais comum tem sido a produção de adubos ou o próprio descarte. Todavia, pesquisas recentes têm demonstrado que a grande maioria dessas matérias primas são fonte de minerais, fibras, proteínas, compostos bioativos e que apresentam potencial antioxidante, como os ácidos fenólicos, antocianinas, flavonoides e carotenoides que são importantes a saúde humana, apresentando potencial antimutagênico, antibacteriano e cicatrizante (Peisino *et al.*, 2020; Nanda *et al.*, 2021; Morais *et al.*, 2022).

Nesse sentido, a elaboração de produtos como as farinhas para a aplicação em diferentes setores industriais se torna uma vantajosa alternativa para o aproveitamento de resíduos e a elaboração de novos produtos. Por exemplo, o setor de panificação no Brasil está entre os seis maiores segmentos da indústria alimentícia do país, com desempenho de 36% na indústria de alimentos. Cerca de 76% dos brasileiros consomem pão na primeira refeição do dia, sendo o consumo per capita do brasileiro de 22,61 Kg de pães ao ano e um faturamento de R\$ 91,94 bilhões em 2020, números que podem aumentar com as novas tecnologias, tendências e inovações (Sebrae, 2017; ABIP, 2020). O pão pode ser elaborado com a adição de vários tipos de farinhas, principalmente a partir daquelas com potencial funcional, tais como a farinha da casca do buriti. Analisando a farinha da casca de buriti Morais *et al.* (2019) encontraram valores significativos de vitamina C, carotenoides, compostos fenólicos totais e carboidratos nas amostras avaliadas.

Assim, a elaboração de uma farinha a partir da casca do buriti se torna uma alternativa valiosa visando a minimização do descarte incorreto, e a inserção de uma matriz vegetal rica nutricionalmente. Por esta razão, e devido ao seu alto consumo no Estado do Tocantins e ao enorme conteúdo de resíduos gerados (cascas), o objetivo deste trabalho é a completa caracterização química, física, bioativa e potencial antioxidante das cascas do buriti desidratadas e *in natura*. O intuito deste trabalho é fomentar pesquisas futuras sobre a elaboração de novos produtos com a farinha do buriti, principalmente, produtos de panificação.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Este trabalho teve como objetivo geral a obtenção e avaliação das propriedades químicas, físicas, tecnológicas, bioativas e também o potencial antioxidante das cascas do buriti (*Mauritia flexuosa*) *in natura* e desidratadas com o intuito da obtenção de uma farinha rica nutricionalmente para futuras aplicações em produtos de panificação.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Avaliar as características físico-químicas da casca do buriti *in natura* e processada por secagem a 55 °C;
- ❖ Avaliar o potencial bioativo da casca do buriti *in natura* e processada por meio dos protocolos de compostos fenólicos totais, flavonoides e flavonóis totais, taninos condensados;
- ❖ Identificar e quantificar o perfil de carboidratos minerais por cromatografia de plasma por acoplamento indutivo (ICP-OES);
- ❖ Identificar e quantificar o perfil de carboidratos individuais por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC);
- ❖ Identificar e quantificar o perfil de compostos fenólicos e carotenoides individuais por HPLC;
- ❖ Determinar do perfil de ácidos graxos dos óleos por cromatografia gasosa;
- ❖ Avaliar o potencial antioxidante por diferentes métodos (DPPH, FRAP, ABTS e IPL);
- ❖ Avaliar as características funcionais da farinha obtida;
- ❖ Avaliar as características físicas como a microscopia eletrônica de varredura (MEV) e a análise de espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR);
- ❖ Avaliar as propriedades termogravimétricas por meio da análise Termogravimétrica (TGA);
- ❖ Propor futuras aplicações para o desenvolvimento de novos produtos a partir da farinha das cascas do buriti.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Buriti (*Mauritia flexuosa*)

Uma diversidade abrangente de frutas nativas e exóticas, ainda pouco exploradas pela indústria alimentícia, encontra-se dispersa pelos variados biomas brasileiros. Cerca de 44% da biodiversidade amazônica e do Cerrado é composta por frutas nativas, aproximadamente 220 espécies de fruteiras comestíveis, apresentando um considerável potencial para impulsionar o agronegócio (Teixeira *et al.*, 2019; Paz *et al.*, 2021). Além do potencial econômico, essas frutas possuem macro e micronutrientes, e substâncias bioativas benéficas para a saúde (Souza *et al.*, 2020; Morais *et al.*, 2022). Embora a maioria dessas frutas seja consumida *in natura*, também são empregadas na elaboração de sucos, sorvetes, geleias e outros produtos alimentícios (Clerici; Silva, 2011).

Dentre estas espécies nativas, destaca-se na família Arecaceae, conhecida por seus frutos comestíveis, como o açaí (*Euterpe oleracea*), jussara (*Euterpe edulis*), e o buriti (*Mauritia flexuosa*), sendo este último uma das palmeiras mais abundante no Brasil, especialmente na região amazônica (Barboza *et al.*, 2022). Reconhecida por seus compostos bioativos e minerais, o buriti é uma fonte valiosa de nutrientes, consumida principalmente por comunidades indígenas e extrativistas. Sua distribuição abrange diversos estados brasileiros (Tocantins, Goiás, Bahia, Minas Gerais, Mato Grosso, Pará, Amazonas, Amapá, Rondônia Ceará e Maranhão), e as condições climáticas locais influenciam sua composição química (Barboza *et al.*, 2022; Morais *et al.*, 2022; Silva; Cavalcante; Silva, 2023). O buriti destaca-se como uma fruta rica em antioxidantes e fibras, podendo ser facilmente incorporada à dieta humana para suprir necessidades nutricionais diárias. A produção significativa dessa fruta, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), atingiu 422 toneladas em 2022 (Brasil, 2022). Além da polpa, diversos subprodutos, como óleos, sabonetes, shampoos e outros produtos da indústria de cosméticos e farmacêutica, podem ser obtidos do fruto do buriti.

É crucial identificar e compreender os fatores que influenciam as escolhas alimentares, bem como os que limitam ou incentivam o consumo de alimentos. Quanto à composição do buriti, a polpa é a parte mais consumida, enquanto sementes e cascas são frequentemente descartadas ou utilizadas como ração animal (Resende *et al.*, 2019). A polpa é caracterizada por sua acidez (0,42 – 8,82 g de ácido cítrico ácido 100 g⁻¹), pectina (0,59 g 100 g⁻¹) e amido (1,68 g 100 g⁻¹), bem como micronutrientes como cálcio (3,11 mg g⁻¹) e magnésio (1,27 mg

g^{-1}) (Barboza *et al.*, 2022). O buriti é uma notável fonte de compostos fenólicos, destacando-se pela presença significativa na casca da fruta (1288,0 mg GAE 100 g^{-1}) (Cândido *et al.*, 2015). Diversos estudos indicam variações nos teores de compostos fenólicos, influenciadas por diferentes métodos de extração (Cândido *et al.*, 2015; Rudke *et al.*, 2019). Além disso, de acordo como Sandri *et al.* (2018), o buriti possui quantidade adequada de carotenoides, além de sua característica pró-vitamina A, permitindo o aumento da resposta imune e a redução de doenças degenerativas. O buriti apresenta maiores teores de licopeno (2,85 mg 100 g^{-1}) e β -caroteno (4,65 mg 100 g^{-1}) quando comparado a outras frutas como araçá, cagaita, cajá, mangaba e marolo (Schiassi *et al.*, 2018).

De acordo com Morais *et al.* (2019) e Resende *et al.* (2019) as cascas do buriti apresentam baixa concentração de lipídeos (0,52 – 1,19 g 100 g^{-1}) e proteínas (2,59 – 4,64 g 100 g^{-1}), e elevado percentual de carboidratos (82,53 – 95,87 g 100 g^{-1}). Contudo, as cascas do buriti apresentam notável concentração de compostos fenólicos totais (675,63 – 934,60 mg GAE 100 g^{-1}) e carotenoides totais (208,33 – 1040,10 μg 100 g^{-1}). É importante enfatizar que ambos os autores encontraram elevadas atividades antioxidantes por diferentes métodos.

Assim, o estudo das cascas do buriti se torna um tema atual e de importância ambiental, social e nutricional devido principalmente à riqueza de compostos bioativos e nutrientes que essas partes da fruta podem oferecer. As cascas, muitas vezes negligenciadas ou destinadas a usos secundários, revelam-se como fontes potenciais de compostos fenólicos, substâncias antioxidantes e outros componentes valiosos. A compreensão detalhada da composição química das cascas do buriti é crucial para explorar seu potencial nutricional e funcional, assim como para otimizar estratégias de aproveitamento sustentável dos recursos da fruta. Além disso, considerando a tendência atual de buscar alternativas sustentáveis na indústria alimentícia, o estudo das cascas do buriti pode abrir caminho para a criação de novos produtos com propriedades benéficas à saúde, contribuindo, assim, para a valorização integral dessa fruta tão relevante na biodiversidade brasileira.

3.2. Coprodutos de frutos

A produção, preparação e consumo de frutas e vegetais na indústria frequentemente resultam em significativas quantidades de resíduos, que podem se apresentar como resíduos sólidos, como cascas, peles e sementes, ou na forma de resíduos líquidos, incluindo águas residuais e desperdício de sucos (Mahjoub; Domscheit, 2020). O crescimento populacional e as variadas demandas da sociedade impõem a necessidade de intensificar e diversificar a produção

agrícola e industrial. Nesse contexto, torna-se imperativo aumentar não apenas a produção de alimentos de maneira geral, mas também agregar valor as matérias-primas comumente descartadas, minimizando assim a problemática associada aos resíduos e gerando novos coprodutos na cadeia agroindustrial (Pereira, 2011).

Um dos desafios prementes enfrentados pela indústria de alimentos reside na considerável produção de coprodutos e resíduos orgânicos, que frequentemente são gerados e descartados no meio ambiente (Boye; Arcand, 2013). De acordo com as contribuições de Meridas *et al.* (2012) e Pagano *et al.* (2021), os resíduos provenientes de processos agrícolas podem ser categorizados como primários ou secundários. Os resíduos primários compreendem resíduos vegetais sólidos que permanecem nos campos após a colheita, enquanto os secundários são resultantes das operações das indústrias de processamento de alimentos, sendo descartados durante as fases de processamento. Esses resíduos podem assumir formas sólidas, como cascas, películas, bagaços e sementes, ou consistir em formas líquidas, como as águas residuais (Kumar; Sucharitha, 2018).

Por outro lado, a crescente atividade de processamento de frutas, notadamente para a produção de polpas congeladas, tem impactos ambientais significativos. Contudo, a reutilização e transformação desses resíduos em subprodutos ou matérias-primas para outras linhas de produção emergem como estratégias viáveis. O aproveitamento de coprodutos contribui para uma gestão ambiental responsável, alinhando-se ao princípio da economia circular (Chojnacka *et al.*, 2022; Fideles, 2018). Os resíduos primários das indústrias processadoras de frutas incluem cascas, sementes, folhas, caroços e bagaço (Sagar *et al.*, 2018). Diversas pesquisas destacam o potencial uso desses coprodutos industriais como insumos valiosos na produção de novos alimentos, conferindo valor adicional aos produtos em vez de serem simplesmente destinados a adubo ou ração animal (Fava *et al.*, 2013).

Uma alternativa promissora, proposta por Cavalcanti *et al.* (2010), é a transformação desses resíduos em farinhas, dada sua relevância nutricional e potencial aplicação como ingredientes em diversos produtos, como bebidas, sobremesas, pães e massas (Barreto *et al.*, 2014). Contudo, apesar da crescente necessidade de reduzir o desperdício, particularmente na fase pós-colheita, há uma carência de estudos sobre esse tema, especialmente em relação aos resíduos de frutos nativos brasileiros, que apresentam elevado valor nutricional (Falcão *et al.*, 2017). Um exemplo ilustrativo é a casca do pequi, rica em fibras alimentares, sugerindo seu potencial uso como alimento funcional (Campos *et al.*, 2016). Notavelmente, poucos estudos foram identificados na literatura sobre a composição nutricional e propriedades funcionais da

farinha das cascas do buriti, apontando para uma lacuna no conhecimento que merece uma atenção mais aprofundada.

3.3. Secagem

A secagem, enquanto processo de conservação, é uma tecnologia que viabiliza a extensão da vida útil dos produtos alimentícios mediante a redução do teor de umidade, apresentando vantagens como baixo custo de investimento (Jangam, 2011; Moses *et al.*, 2014). O estudo aprofundado desse processo proporciona insights sobre os fenômenos de transferência de calor e massa entre o material biológico e o agente de secagem, geralmente o ar atmosférico, seja aquecido ou não (Joardder; Akram; Karim, 2021). A descrição da secagem por Celestino (2010) a define como a operação pela qual a água ou outro líquido é removido de um material.

As vantagens inerentes ao emprego da secagem são diversas, destacando-se a simplicidade na conservação do produto, a durabilidade dos componentes aromáticos, a proteção contra deterioração enzimática e oxidativa, a redução do peso, a economia de energia e a disponibilidade do produto em qualquer época do ano (Ozkan *et al.*, 2019; Xu *et al.*, 2022). No contexto da secagem de frutas, um procedimento complexo, sua compreensão é vital, especialmente no que diz respeito à seleção e controle das condições do processo para preservar a qualidade do produto final. Dada a alta perecibilidade das frutas, métodos como a secagem se destacam pela eficácia, baixo custo e operação simplificada (Bonazzi; Dumoulin, 2011).

A necessidade de preservação das frutas é essencial, e a secagem, sendo um dos métodos mais antigos e difundidos de processamento de alimentos, assume papel crucial. A secagem ao ar livre, sob luz solar direta ou sombra, é o método mais comum em muitos países em desenvolvimento, embora apresente desafios em relação à preservação de vitaminas sensíveis ao calor e pigmentos significativos (Babu *et al.*, 2018; Kumar; Karim *et al.*, 2019). A secagem de alimentos é essencial para redução de volume, facilitação de manipulação e transporte, preservação, armazenamento e aumento da vida útil, visto que microrganismos deterioradores não prosperam em ambientes secos e muitas enzimas responsáveis por alterações na composição química do alimento são inativas sem a presença de água (Rahman; Perera, 2007; Joardder *et al.*, 2019).

A remoção de umidade durante o processo de secagem é realizada por evaporação, visando principalmente à conservação pela redução do teor de água livre. Contudo, essa redução deve ser realizada até um ponto em que a concentração de açúcares, ácidos, sais e outros componentes seja suficientemente elevada para diminuir a atividade de água, inibindo o

crescimento de microrganismos. No entanto, é imperativo reduzir o teor de umidade a menos de 1% em peso nos alimentos para preservar sabor e valor nutricional, mantendo características sensoriais distintas e valor nutricional máximo (Rahman; Perera, 2007; Qiu *et al.*, 2019).

Durante o processo de secagem convectivo, as perdas de qualidade, como alterações na cor, sabor, textura e reidratação deficiente, são desafios a serem superados. Atualmente, as pesquisas se concentram em otimizar essas condições de processo e utilizar pré-tratamentos para aumentar a retenção de propriedades sensoriais e nutritivas (Pandiselvam *et al.*, 2022). As mudanças que ocorrem durante a secagem são predominantemente de natureza química, e os pigmentos de antocianina sofrem alterações, resultando em variações de cor, especialmente em frutas não tratadas com sulfuração ou sulfitação, que podem se tornar acastanhadas devido à oxidação (Butnariu; Butu, 2020).

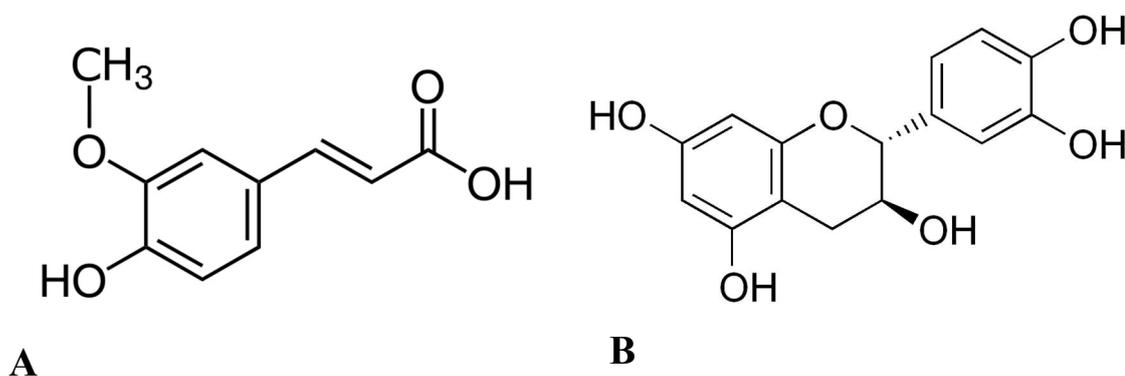
3.5. Compostos fenólicos e antioxidantes

Os compostos fenólicos, do ponto de vista químico, constituem uma classe diversificada de metabólitos secundários de plantas, caracterizados por apresentarem um ou mais anéis aromáticos ligados a grupos hidroxila. Essas moléculas exibem uma variedade de estruturas, sendo classificadas como fenólicos simples, compostos ou complexos. Os fenólicos simples, como os ácidos fenólicos (Figura 1A), contêm apenas um anel aromático, enquanto os compostos fenólicos mais complexos, como os flavonoides (Figura 1B), possuem estruturas que incluem múltiplos anéis aromáticos e grupos funcionais variados, como os grupos hidroxila (Vuolo *et al.*, 2019). Essa diversidade estrutural confere aos compostos fenólicos propriedades antioxidantes e bioativas, as quais têm sido objeto de estudo para compreender sua interação com processos biológicos e seu potencial terapêutico em diversas condições de saúde. A compreensão das intrincadas estruturas químicas desses compostos é fundamental para a elucidação de seus efeitos benéficos e sua aplicação em contextos clínicos e farmacêuticos (Albuquerque *et al.*, 2021).

Devido à sua grande diversidade estrutural, milhares de estruturas de compostos fenólicos foram descritas e categorizadas em diversas classes. No entanto, os flavonoides, as proantocianidinas, os ácidos hidroxicinâmico e hidroxibenzóico são as classes mais frequentemente encontradas na dieta humana (Silva *et al.*, 2023). Os compostos fenólicos possuem ações bioquímicas multifacetadas e estão envolvidos na modulação de sinalização relacionadas à inflamação, dano oxidativo, autofagia, apoptose, etc. Portanto, os compostos

fenólicos podem ser uma ferramenta complementar ou alternativa no manejo de doenças crônicas não transmissíveis (Arruda *et al.*, 2022).

Figura 1 - Estrutura química do ácido ferúlico um ácido fenólico, e estrutura química da catequina um flavonoide.



Assim, a incessante busca por alternativas terapêuticas motivou a realização de inúmeros estudos que investigam a atividade anticancerígena dos compostos fenólicos frente a diversas linhagens de células tumorais. Demonstrando assim uma notável capacidade de inibição do crescimento de diferentes tipos de tumores. Por exemplo, flavonoides como o kaempferol e a naringina apresentaram atividade significativa contra melanoma, carcinomas de esôfago e de mama, respectivamente. Resultados promissores também foram obtidos ao combinar medicamentos terapêuticos convencionais com compostos fenólicos, ampliando as possibilidades de tratamento para diversas patologias (Copetti *et al.*, 2020; Boeing *et al.*, 2020; Santana *et al.*, 2022; Farias; Sanches; Petrus, 2023).

Devido às suas propriedades antioxidantes, antimicrobianas e corantes, entre outras, os compostos fenólicos desempenham uma multiplicidade de papéis em diversos setores industriais. A exploração destas características, notadamente pelas indústrias alimentícias e de embalagens, bem como nas esferas cosmética e têxtil, destaca-se como um campo de investigação significativo (Farias; Sanches; Petrus, 2023). Em particular, nas indústrias alimentícias, os compostos fenólicos influenciam não apenas o valor nutricional dos alimentos, mas também desempenham um papel crucial na determinação da qualidade sensorial, conferindo características distintas, como cor, textura, aroma e sabor (Everette *et al.*, 2010).

A eficiência antioxidante desses compostos é intrinsecamente ligada às suas características estruturais, e frequentemente, seus efeitos benéficos são potencializados por efeitos sinérgicos. Assim, para a análise da composição fenólica de uma nova fonte, torna-se

imperativo realizar previamente um procedimento de extração meticoloso, conforme proposto por Shahidi *et al.* (2019). Este processo é essencial para isolar os compostos fenólicos e permitir uma investigação mais aprofundada de suas propriedades e potenciais aplicações em diferentes contextos industriais.

Por outro lado, os antioxidantes representam substâncias que, mesmo em concentrações reduzidas, desempenham um papel crucial ao retardar ou inibir de forma significativa os processos de oxidação nos organismos vivos. Este efeito é atribuído à capacidade dessas substâncias de transferir átomos de hidrogênio e/ou elétrons, resultando na eliminação de radicais livres e na quelação de metais gerados durante o processo de oxidação (Sánchez *et al.*, 2019; Zehiroglu; Ozturk, 2019; Jomova *et al.*, 2023). Em sistemas alimentares, a utilização de antioxidantes contribui para a prevenção da peroxidação lipídica e a formação de produtos secundários desse processo, preservando assim o sabor, a cor e a textura dos produtos alimentícios durante o armazenamento. Além disso, esses compostos demonstram potencial na redução da oxidação de aminoácidos e proteínas, assim como na interação entre carbonilas derivadas de lipídios e proteínas, resultando em alterações nas funções dessas últimas (Gulcin, 2020).

No âmbito industrial alimentício, é imperativo que os antioxidantes atendam a critérios específicos, sendo necessários que sejam economicamente viáveis, não tóxicos, eficazes em concentrações baixas, altamente estáveis, capazes de suportar processos de produção, de fácil incorporação e com boa solubilidade nos produtos finais (Schmidt *et al.*, 2015; Sezgin-Bayindir *et al.*, 2023). A avaliação da capacidade antioxidante de extratos vegetais é amplamente utilizada na indústria alimentícia, baseando-se frequentemente em métodos espectrofotométricos, incluindo o 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH•), redução dos íons férricos (FRAP), 2,2-azino-bis-(3-etilbenzo-tiazolína-6-sulfônico) (ABTS•+), e oxygen radical absorbance capacity (ORAC) (Brand-Williams; Cuvelier; Berset, 1995; Benzie; Strain, 1996; Floegel *et al.*, 2011; Tian *et al.*, 2017). Estas abordagens, caracterizadas por sua simplicidade, rapidez e sensibilidade, têm sido amplamente adotadas na determinação da capacidade antioxidante de alimentos e produtos naturais.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido em sua totalidade no Laboratório de Processos de Separação de Biomoléculas e Desidratação (LAPSDEA), Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LATECA) da Universidade Federal do Tocantins (Campus Palmas) e laboratórios parceiros.

4.1. Obtenção da matéria prima

Os frutos da palmeira buriti (*Mauritia flexuosa*) foram adquiridas do comércio local, localizado no município de Ananás, no Estado do Tocantins, Brasil. Aproximadamente, dez quilos de buriti *in natura* foram comprados entre os meses de outubro e novembro de 2021. Para a obtenção da casca, os frutos foram descascados manualmente com auxílio de faca de aço inox, para garantir que apenas a casca fosse analisada diminuindo o risco de interferentes advindos da polpa. As cascas *in natura* do buriti foram acondicionadas em embalagens de polietileno de baixa densidade e armazenadas a -20°C em freezer doméstico, visando assegurar suas propriedades funcionais e bioativas até o momento das análises.

Para o preparo da farinha as cascas foram submetidas a secagem realizada em estufa com circulação de ar forçada, à temperatura de 55°C , até peso constante. Após o processo de secagem até peso constante, as cascas foram trituradas em liquidificador doméstico marca ARNO. A farinha das cascas do buriti foi peneirada em peneira doméstica para que houvesse a padronização do tamanho das partículas. Após, ambas foram as amostras foram acondicionadas em embalagens de polietileno de baixa densidade e inertes da presença de luz e encaminhados para posteriores análises. As amostras foram então classificadas em cascas *in natura* (CB) e farinha de buriti (FB).

4.2. Composição nutricional

A determinação do teor de umidade foi realizada pelo método de secagem em estufa a 105°C , até peso constante. Para a determinação do teor lipídico, foi utilizado o aparelho Soxhlet, utilizando hexano como solvente extrator durante 6 horas. As proteínas foram determinadas pelo método Kjeldahl e o fator de conversão de nitrogênio em proteína bruta adotado foi de 6,25. O teor de cinzas foi determinado pelo método gravimétrico em forno mufla a 550°C . O teor de carboidratos totais foi determinado, por diferença, subtraindo-se de cem os

valores obtidos para umidade, cinzas, proteínas e lipídios. Ambas as metodologias foram realizadas de acordo com os protocolos propostos pela Aoac (2005). Os resultados foram expressos em g por 100 g de amostra ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$). A determinação do valor energético total foi estimada levando em consideração os fatores de conversão propostos por Atwater e Woods (1896), onde é multiplicado por 4 kcal g^{-1} para proteínas e carboidratos, e 9 kcal g^{-1} para lipídios, os resultados foram expressos em kcal por 100 g de amostra ($\text{kcal } 100 \text{ g}^{-1}$).

4.3 Análises químicas

A determinação do potencial hidrogeniônico foi realizada em potenciômetro digital. O aparelho foi calibrado e realizou-se a leitura direta, pela imersão do eletrodo no béquer contendo a amostra macerada em solução aquosa. A acidez titulável foi determinada por titulação, com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, sendo os resultados expressos em g de ácido cítrico por 100 g de amostra ($\text{g AC } 100 \text{ g}^{-1}$). O teor de sólidos solúveis foi determinado por meio da leitura em escala de graus °Brix em refratômetro digital. Todas as metodologias apresentadas neste tópico seguiram os protocolos propostos pela Aoac (2005).

4.4 Carboidratos individuais

Para a análise de carboidratos individuais, 2,5 gramas da farinha e da casca do buriti *in natura* foram diluídas em 50 mL de água ultrapura e homogeneizadas. Em seguida foram colocadas em um banho ultrassônico por 30 min a $45 \text{ }^\circ\text{C}$. Os extratos obtidos foram centrifugados a $4000\times \text{ g}$ por 5 min. Os sobrenadantes de cada fração foram filtrados em filtro de membrana de celulose de $0,22 \text{ }\mu\text{m}$ PTFE (Politetrafluoretileno) hidrofílico. As amostras foram mantidas sob refrigeração até o momento de cada análise.

Os carboidratos foram identificados e quantificados de acordo com um sistema de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) Agilent, modelo 1260 Infinity II, equipado com detector de índice de refração-RID a $40 \text{ }^\circ\text{C}$, coluna cromatográfica Supelco C-610H ($30\text{cm} \times 7,8\text{mm}$) – Sigma-Aldrich e pré-coluna Supelguard C610H ($5\text{cm} \times 4,6\text{mm}$) – Sigma – Aldrich. A fase móvel utilizada foi água deionizada acidificada com ácido fosfórico (0.1%) H_3PO_4 em um fluxo de $0,5 \text{ mL min}^{-1}$ e temperatura de forno de $40 \text{ }^\circ\text{C}$. A injeção foi feita com $10 \text{ }\mu\text{l}$ de cada amostra, sendo o tempo total de corrida de 30 minutos. Para construção da curva de carboidratos foram utilizados padrões de glicose, frutose, sacarose, celobiose, xilose e arabinose (Sigma Aldrich® - Brasil). Todos padrões apresentaram grau de pureza $\geq 98\%$. Os teores de

carboidratos foram realizados em triplicata e os resultados das amostras foram expressos em $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ e os resultados são apresentados como média \pm desvio padrão.

4.5 Perfil de minerais

As frações *in natura* e desidratadas das cascas do buriti foram utilizadas como amostra para o perfil mineral. Inicialmente, 0,5g da amostra foram combinados em um tubo de digestão, ao qual foram adicionados 4 mL de ácido nítrico concentrado. Posteriormente, a amostra foi submetida a um bloco digestor a 110 °C por 2 horas. Após o resfriamento, foram adicionados mais 2 mL de ácido nítrico e 2 mL de peróxido de hidrogênio concentrado, seguindo-se mais 2 horas de digestão a 130 °C. O volume total foi ajustado para 25 mL em um balão volumétrico com água ultrapura, e as amostras foram filtradas em papel filtro. Este procedimento foi repetido para a amostra de controle, composta pelos reagentes sem a amostra. A solução resultante foi utilizada para a determinação mineral por meio de espectrometria de emissão óptica (ICP-OES). Todos os minerais analisados foram calculados com base em uma curva de padrão analítico interno (Malavolta; Vitti; Oliveira, 1997). A análise foi conduzida em triplicata, e os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão em μg por grama de amostra (g kg^{-1}).

4.6 Fenólicos individuais

Os compostos fenólicos foram extraídos a partir de 2.5 g de amostra, homogeneizados em 20 mL de metanol 70% (v/v) grau HPLC e mantidos em banho ultrassônico à temperatura ambiente por 60 minutos. O extrato obtido então foi centrifugado a 8832 g por 15 minutos a 4 °C, sendo posteriormente filtrado em papel filtro quantitativo de 25 μm de porosidade. Antes da injeção os extratos foram filtrados novamente usando filtro de membrana com 13 mm de diâmetro e poro de 0.22 μm . A determinação e a quantificação dos fenólicos foi realizada utilizando um cromatógrafo líquido de alta eficiência (HPLC-DAD-UV-Vis), modelo Shimadzu, constituído de bomba quaternária LC-20AT, degaseificador DGU-20^a5 (nº série: L20244808404), injetor SIL-20^a (nº série: L20164503197), controladora CBM-20^a (nº série: L20234505269), forno CTO-20AC (nº série: L20214503287), detector SPDM-20^a (nº série: L20154503047), detector RID- 10^a (nº série: C20934806770) e coletor frações FRC-10^a (nº série: C20374504580). A análise seguiu os seguintes parâmetros: temperatura do forno 35 °C; coluna Shim-pack VP-ODS 250 mm x 4.6 mm x 5 μm ; e pré-coluna Shim-pack GVP-ODS 10

mm x 4.6 mm x 5 μm . A fase móvel constituiu-se de 2% (V/V) de ácido acético glacial em água tipo 1.5.10.2 (fase móvel A); e 70:28:2% (v/v) de metanol/água/ácido acético (fase móvel B), a uma taxa de fluxo de 1.0 mL.min⁻¹ com um programa de eluição de gradiente de execução de 65 minutos. O volume de injeção foi de 20 μL e os compostos fenólicos detectados a 280 nm. Soluções-padrão foram preparadas a partir da diluição de trigonelina, teobromina, catequina, vanilina, resveratrol e ácidos gálico, clorogênico, cafeico, siríngico, *p*-, *o*- e *m*-cumárico, ferúlico, rosmarínico e trans-cinâmico, em metanol. As curvas de calibração foram obtidas a partir de injeções de dez concentrações diferentes de cada padrão, em duplicata. Os compostos fenólicos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos picos amostrais com os tempos dos padrões disponíveis. Os resultados foram expressos em mg 100 g⁻¹ da amostra.

4.7 Carotenoides totais

A extração foi realizada como descrito por Rodriguez-Amaya (2001), com algumas adaptações. 0.5 g de amostra e 20 mL de acetona fria (P.A) foram acondicionados em frascos escuros e o conteúdo agitado por 20 minutos, em mesa agitadora e filtrado utilizando-se papel filtro quantitativo. O resíduo da amostra foi lavado com o mesmo solvente por três vezes (20 mL, 15 mL e 15 mL, respectivamente), até que o resíduo retido no papel filtro apresentasse coloração transparente. Todos os filtrados foram recolhidos, conjuntamente, em Erlenmeyer recoberto com papel alumínio, para se evitar fotoxidação dos carotenoides. Posteriormente, o filtrado foi transferido para um funil de separação, adicionando-se 15 mL de éter de petróleo e 35 mL de água destilada. O líquido mais denso foi descartado. Sendo tal procedimento repetido três vezes para remover a acetona. O extrato, então, foi transferido para um balão volumétrico de 50 mL, completando-se o volume com éter de petróleo. Os carotenoides totais foram quantificados utilizando método espectrofotométrico, conforme proposto por Rodriguez-Amaya (2001). As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 444 nm, 450 nm e 470 nm, que correspondem aos comprimentos de onda específicos dos carotenoides, α -caroteno, β -caroteno e licopeno, respectivamente. Os resultados foram expressos em μg 100g⁻¹ de amostra, sendo convertidos posteriormente em mg 100g⁻¹ de amostra.

4.8 Perfil de ácidos graxos

A análise da composição em ácidos graxos foi conduzida conforme o método Ce 1-62,

conforme descrito pela AOCS (2004). A obtenção dos ésteres metílicos dos ácidos graxos seguiu os procedimentos de Hartman e Lago (1973). Utilizou-se um cromatógrafo a gás CG-2010 (Shimadzu, Kyoto, Japão) equipado com um detector de ionização de chama (FID), injetor split/splitless, e uma coluna capilar HP-88 de 100 m × 0,25 mm × 0,2 μm (Santa Clara, CA, EUA) da Agilent. Os gases de arraste utilizados foram nitrogênio e hélio (99,99%). A temperatura da coluna foi inicialmente mantida a 140 °C por 5 minutos, seguida por um aumento para 240 °C a uma taxa de 2,50 °C min⁻¹, sendo mantida por 15 minutos. As temperaturas do injetor e do detector foram fixadas em 250 °C. A injeção das amostras (2 μL) foram realizadas com uma proporção de 1:20. A quantificação dos ácidos graxos foi expressa como porcentagem da área total, comparada com uma mistura de padrões Supelco 37 Component FAME (Sigma-Aldrich). Os resultados foram obtidos em duplicata e apresentados como média ± desvio padrão.

4.9 Compostos bioativos

4.9.1 Obtenção dos extratos

Para a obtenção dos extratos, foram pesados 2 g de amostra e adicionados 20 mL de álcool etílico 70% (v/v). Em seguida, as amostras foram sonicadas em banho ultrassônico (EGS 5HD, 40 kHz, 300 W, Enge Solutions[®], São Paulo, Brasil) a 30 °C por 25 min. Posteriormente, os extratos foram filtrados (Whatman n° 541, 125 mm) e armazenados em frascos âmbar sob atmosfera de nitrogênio a -24 °C para posteriores análises.

4.9.2 Compostos fitoquímicos

4.9.2.1 Fenólicos totais

A quantificação dos compostos fenólicos totais nos extratos obtidos foi conduzida através do emprego do método de Folin-Ciocalteu, conforme descrito por Singleton & Rossi (1965), com adaptação para microplacas conforme metodologia apresentada por Granato *et al.* (2015). Foram adicionados 25 μL de Folin-Ciocalteu (2,0 N), seguidos por 200 μL de água ultrapura e 25 μL dos extratos obtidos. Após um período de 5 minutos, foram incorporados 25 μL de carbonato de sódio (Na₂CO₃) a 10% ao complexo. A microplaca foi mantida em repouso, protegida da luz, à temperatura ambiente por 60 minutos. A absorbância das soluções foi

registrada em um leitor de microplacas (Spectramax Paradigm, Molecular Devices, San Jose-CA, USA) a um comprimento de onda de $\lambda=725$ nm. A determinação do teor de compostos fenólicos totais foi realizada através da construção de uma curva padrão de ácido gálico. O procedimento foi repetido em triplicata, e os resultados foram expressos em equivalente de ácido gálico por 100 g de amostra ($\text{mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$).

4.9.2.2 Flavonoides totais

A quantificação dos flavonoides totais presentes nos extratos obtidos foi conduzida de acordo com a metodologia delineada por Woisky e Salatino (1998), com adaptações propostas por Herald *et al.* (2012). Na execução do procedimento, 100 μL de água ultra pura foram adicionados a uma microplaca, seguidos por 10 μL de cloreto de sódio a 10% (Na_2CO_3) e 25 μL dos extratos obtidos. Após um período de 5 minutos, protegido da luz, 25 μL de cloreto de alumínio a 2% (AlCl_3) foram introduzidos. Subsequentemente, 50 μL de NaOH a 1 mol L^{-1} foram adicionados. A microplaca foi mantida em repouso, à temperatura ambiente e ao abrigo da luz, por 5 minutos. A absorbância das soluções foi registrada em um leitor de microplacas a um comprimento de onda de $\lambda=510$ nm. A análise foi realizada em triplicata e os resultados foram expressos em mg de catequina equivalente por 100 g de amostra ($\text{mg CE } 100 \text{ g}^{-1}$).

4.9.2.3 Flavonóis totais

Para a determinação dos flavonóis nos extratos obtidos, seguiu-se o protocolo proposto por Yermakov *et al.* (1972), com modificações descritas por Granato *et al.* (2016). O procedimento incluiu a adição de 80 μL dos extratos em uma microplaca, seguida por 80 μL de uma solução etanólica de cloreto de alumínio (III) hexahidratado ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) a 2% e 120 μL de uma solução de acetato de sódio a 50 g L^{-1} ($\text{C}_2\text{H}_3\text{NaO}_2$). A microplaca foi mantida em repouso, protegida da luz e à temperatura ambiente, por 2,5 horas. A absorbância das soluções foi medida em um leitor de microplacas a um comprimento de onda de $\lambda=440$ nm. A análise foi realizada em triplicata e os resultados foram expressos em mg de quercetina equivalente por 100 g de amostra ($\text{mg QE } 100 \text{ g}^{-1}$).

4.9.2.4 Taninos condensados

A avaliação dos taninos condensados foi conduzida conforme o ensaio de vanilina

proposto por Horszwald *et al.* (2011), com modificações (Margraf *et al.*, 2015). Nesse processo, 25 µL dos extratos foram adicionados a uma microplaca, seguidos por 150 µL de uma solução metanólica de vanilina (C₈H₈O₃) a 4%, e então 75 µL de uma solução metanólica de ácido sulfúrico a 32%. A microplaca foi deixada em repouso, protegida da luz e à temperatura ambiente, por 15 minutos. A absorbância das soluções foi medida em um leitor de microplacas a um comprimento de onda de λ=500 nm. A análise foi realizada em triplicata e os resultados foram expressos em mg de catequina equivalente por 100 g de amostra (mg CE 100 g⁻¹).

4.9.3 Potencial antioxidante

4.9.3.1 DPPH

A determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Brand-Williams, Cuvelier, Berset (1995). O método consiste em uma reação de 30 minutos do radical livre DPPH com a amostra, em solução metanólica. Em uma microplaca foram adicionados 40 µL dos extratos obtidos, logo em seguida foram adicionados 260 µL de uma solução metanólica de DPPH 0,10 mmol L⁻¹. A microplaca permaneceu em repouso ao abrigo da luz a temperatura ambiente por 30 min. A absorbância das soluções foi medida em um leitor de microplacas no comprimento de onda de λ=517 nm. A análise foi realizada em triplicata e os resultados foram calculados pela capacidade de captura do radical e o seu consumo no meio reacional, sendo os resultados expressos em percentual de inibição, conforme a Equação 1:

$$\% \text{ de inibição} = \left[1 - \left(\frac{AA}{AB} \right) \right] \times 100 \quad (1)$$

Onde **AA** é a absorbância da amostra, **AB** é a absorbância do branco.

4.9.3.2 ABTS

A determinação da atividade antioxidante pelo método ABTS^{•+} foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995) adaptada por Rufino *et al.*, (2007). O cátion do radical 2,2 - azinobis (ABTS^{•+}) foi gerado pela reação de 5 mL de solução aquosa de ABTS (7 mm) com 88 µL de persulfato de potássio de 140 mm (concentração

final de 2,45 mm). A mistura foi mantida no escuro por 16 h antes do uso e depois diluída com etanol para obter uma absorvância de $0,7 \pm 0,05$ unidades a 734 nm usando um espectrofotômetro digital. A diminuição da absorvância a 734 nm foi medida após 6 min. Soluções etanólicas de concentrações conhecidas de Trolox foram usadas para calibração (100 – 2,000 μM). Os extratos foram colocados para reagir com 3 mL da solução radical ABTS^{•+} verde azulada. Os resultados foram expressos como μmol de Trolox g^{-1} .

4.9.3.3 FRAP

O poder antioxidante de redução do ferro (FRAP) foi determinado de acordo com Benzie e Strain (1996), adaptado para microplacas. A solução FRAP foi preparada a partir da junção de 2,5 mL da solução TPTZ (10 mmol L^{-1}) diluída com HCl (40 mmol L^{-1}), 2,5 mL de cloreto férrico hexahidratado ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) (20 mmol L^{-1}) e 25 mL de tampão de acetato de sódio $0,3 \text{ mol L}^{-1}$ (pH 3,6), respectivamente. Em uma microplaca foram adicionados 20 μL dos extratos obtidos, juntamente com 280 μL do reagente FRAP. A microplaca permaneceu em repouso ao abrigo da luz a $37 \text{ }^\circ\text{C}$ por 5 min. A absorvância das soluções foi medida no comprimento de onda de $\lambda=593 \text{ nm}$. A análise foi realizada em triplicata e os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico equivalente por 100 g de amostra (mg AAE 100 g^{-1}).

4.9.3.4 Inibição da peroxidação lipídica (IPL)

A determinação da inibição da peroxidação lipídica induzida por Fe^{2+} em fosfolipídios, triacilgliceróis e proteínas presentes em gema de ovo foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Daker *et al.* (2008) e Margraf *et al.* (2016). Os extratos adicionados de homogenato de gema (pH 7,4) foram levados a banho-maria a $37 \text{ }^\circ\text{C}$ por 45 minutos. Em seguida, foi feita a adição de ácido acético a 20% (pH 3,5) e uma solução de ácido tiobarbitúrico a 0,67% (TBA). A solução permaneceu durante 30 minutos a $95 \text{ }^\circ\text{C}$. A formação dos produtos da peroxidação foi monitorada no sobrenadante da mistura, e a absorvância foi registrada no comprimento de onda $\lambda =$ de 517 nm. Simultaneamente, o ensaio controle (AC), foi conduzido da mesma forma descrita para as amostras, mas utilizando água ultrapura no lugar dos extratos. A inibição da lipoperoxidação foi calculada de acordo com a Equação 2.

$$IPL = \frac{Ac - Aa}{Ac} \quad (2)$$

Onde ***IPL*** é a inibição da lipoperoxidação (%); ***Ac*** é a absorbância da amostra controle; ***Aa*** é a absorbância da amostra.

4.9.3.5 Fosfomolibdênio

A capacidade antioxidante total da casca *in natura* e desidratada também foi avaliada pelo método do fosfomolibdênio proposto por Prieto *et al.*, (1999). Onde 2 mL dos extratos, foram adicionados 1 mL de solução reagente (ácido sulfúrico 0,6 M, fosfato de sódio 28 mM e molibdato de amônio 4 mM). A absorbância de cada solução foi medida a 695 nm contra o branco do reagente utilizando espectrofotômetro digital. Os resultados foram expressos como miligrama equivalente ao ácido ascórbico (EAA) g⁻¹ de amostra.

4.10 Espectroscopia na região do infravermelho (FTIR-ATR)

As amostras da farinha do buriti foram analisadas por Espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) foram realizadas empregando um espectrômetro FT-IR Varian 600-IR com transformada de Fourier (FTIR), com acessório GladiATR da Pike Technologies acoplado para medidas por reflectância total atenuada (ATR a 45° com cristal de seleneto de zinco. A faixa espectral analisada foi de 500 - 4.000 cm⁻¹, resolução de 4cm⁻¹ e 56 varreduras. Antes da obtenção de cada espectro foi realizado o ensaio de branco (cela limpa sem amostra), visando diminuir a interferência da atmosfera sobre os espectros da amostra.

4.11 Análise termogravimétrica (TGA)

As curvas referentes à análise termogravimétrica (TGA/DTA) foram obtidas por meio de analisador térmico Shimadzu-DTG 60 H nas seguintes condições: atmosfera inerte de nitrogênio com fluxo de 50 mL min⁻¹; taxa de aquecimento de 10 °C min⁻¹; faixa de temperatura de 25 a 500 °C. Utilizaram-se, aproximadamente, 5 mg de amostra para a realização das análises.

4.12 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

As formas das microcápsulas foram observadas por microscopia eletrônica de varredura, segundo metodologia descrita por Sharma e Bhardwaj *et al.* (2019). Cada amostra do material foi pulverizada sobre fita dupla face pré-fixada em “*stubs*”, retirando o excesso logo após sua deposição. Em seguida, elas foram secas ao ponto crítico em aparelho Balzers CPD 030, metalizadas com ouro e visualizadas em microscópio de varredura.

4.13 Propriedades funcionais

4.13.1 Índice de absorção de água (IAA) e leite (IAL)

Os índices de absorção em água e leite foram determinados de acordo com a metodologia adaptada de Okezie e Bello (1988). Para análise de absorção 15 mL do solvente foi misturado com 0,3 g de farinha e foram homogeneizados em tubos de centrífuga com tampa. Os tubos foram agitados por 1 minuto, e em seguida, centrifugados a 5300 rpm, por 20 minutos. Os índices de absorção em água e leite foram calculados de acordo com a Equação 3.

$$\text{Absorção} = \frac{\text{Água ou leite absorvida pela amostra (g)}}{\text{massa da amostra (g)}} \quad (3)$$

4.13.2 Índice de absorção de óleo (IAO)

O índice de absorção em óleo foi determinado de acordo com a metodologia adaptada de Okezie e Bello (1988). Para análise de absorção em água 15 mL de óleo e 0,3 g de farinha foram homogeneizados em tubos de centrífuga com tampa. Os tubos foram agitados por 1 minuto, e em seguida, centrifugados a 5300 rpm, por 20 minutos. O índice de absorção em óleo foi calculado de acordo com a Equação 4.

$$\text{Absorção} = \frac{\text{Óleo absorvido pela amostra (g)}}{\text{massa da amostra (g)}} \quad (4)$$

4.13.3 Solubilidade em água e leite

A solubilidade em água e leite foram determinadas segundo a metodologia adaptada de Anderson *et al.*, (1969). Para a análise de solubilidade em água e leite, 15 mL de cada solvente foram misturados com 0,3 g de farinha foram homogeneizados em tubos de centrífuga com

tampa. Os tubos foram agitados por 1 minuto, e em seguida, centrifugados a 5300 rpm, por 20 minutos. O líquido sobrenadante foi escorrido em placa de Petri tarada e levado à estufa para secagem até peso constante. A percentagem de solubilidade em água e leite foram calculadas pela relação entre a massa do resíduo seco do sobrenadante (resíduo de evaporação) e a massa da amostra, conforme a Equação 5.

$$\text{Solubilidade} = \frac{\text{resíduo de evaporação (g)}}{\text{massa da amostra (g)}} * 100 \quad (5)$$

4.14 Análise estatística

Os resultados das análises físico-químicas foram realizados em triplicata e expressos em média \pm desvio padrão. Os dados comparativos entre a casca *in natura* e a amostra processada foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$) e, no caso de significância estatística, foram utilizados intervalos de confiança (91%), teste t ($p \leq 0,05$), utilizando o programa Statistica 10.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Composição nutricional

Os resultados obtidos para as análises físico-químicas e os carboidratos individuais para a casca do buriti *in natura* e processada a 55 °C estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Análises físico-químicas da casca do buriti *in natura* e processada a 55 °C.

Composição (g 100 g ⁻¹) (n = 3)	<i>In natura</i>	Processada
Umidade	61,27 ± 0,01 ^a	4,04 ± 0,01 ^b
Cinzas	2,47 ± 0,01 ^b	2,52 ± 0,06 ^a
Proteínas	1,79 ± 0,04 ^a	1,39 ± 0,12 ^b
Lipídios	0,46 ± 0,01 ^b	1,03 ± 0,03 ^a
Fibras	55,50 ± 1,21 ^b	58,95 ± 3,73 ^a
Carboidratos*	34,31 ± 0,37 ^b	91,02 ± 0,33 ^a
Valor energético (VET) (kcal 100 g ⁻¹)	147,34 ± 0,12 ^b	378,91 ± 0,17 ^a
Acidez titulável (g AC 100 g ⁻¹) **	1,13 ± 0,05 ^b	4,76 ± 0,05 ^a
pH	5,70 ± 0,02 ^a	4,34 ± 0,42 ^b
°Brix	0,2 ± 0,10 ^b	1,13 ± 0,05 ^a

*Carboidratos calculado por diferença. ** g de ácido cítrico por 100 g de amostra; médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma linha não se diferem estatisticamente a 1% de significância pelo teste *t* ($p \leq 0.01$).

O teor de umidade para a farinha da casca do buriti foi de 4,04 g 100 g⁻¹ o que denota estar em concordância com a legislação brasileira que padroniza valores inferiores à 11% de umidade para a farinha oriunda de fontes vegetais (Brasil, 2020). Este resultado foi inferior ao encontrado por Moraes *et al.* (2019) ao verificar também o teor de umidade em farinha da casca do buriti submetida a mesma temperatura de secagem (55 °C) encontrando uma umidade de 9,23 g 100 g⁻¹. A conservação da umidade até esse limite é importante, pois a farinha com umidade superior à 11% tendem a formar grumos, prejudicando o processo de produção de diversos alimentos e aumentando assim a possibilidade do desenvolvimento de microrganismos

(Brito *et al.*, 2017). Visto que, a elevada quantidade de água livre não favorece a conservação da farinha e da casca, necessitando de armazenamento sob refrigeração (Atungulu *et al.*, 2019).

Ao analisarmos o teor de cinzas, pode-se observar valores variando de 2,47 até 2,52 g 100 g⁻¹ (Tabela 1), estando dentro dos limites esperados para frutos sazonais. De acordo com Paull e Duarte (2012), os autores afirmam que entre as frutas amazônicas a variabilidade do conteúdo de cinzas é de 0,1 a 3,2 g 100 g⁻¹, visto que o conteúdo de cinzas de um alimento refere-se a uma estimativa do teor de minerais presentes na amostra (Leonarski, 2017) e depende do tipo do solo em que a espécie frutífera está sendo cultivada e da composição do mesmo, existindo uma variação em relação à concentração desses minerais (Lemos *et al.*, 2019).

Para proteínas, a amostra que apresentou maiores percentagens foi à casca *in natura* com 1,79 e 1,39 g 100 g⁻¹ para farinha da casca do buriti, os dados obtidos mostram diferença significativa pelo teste *t* a 1%, essa redução pode ser explicada devido à amostra ter sido submetida ao processo de secagem a 55°C desnaturando suas paredes celulares, vale ressaltar que a casca do fruto é constituída principalmente por carboidratos, dentre os quais predominam as fibras (Moser *et al.*, 2019). Nesse sentido, para que um produto seja considerado rico como fonte de proteínas, ele deve conter um mínimo de 6 g de proteína por 100 g, que para farinhas, de todos os tipos, corresponde a 50 g (Brasil, 2012; Brasil, 2020). Nesse sentido, farinhas de vegetais com baixos teores proteicos como a encontrada no presente estudo são recomendadas para produtos de panificação não fermentados (Parafati *et al.*, 2020).

Encontrados em elevados teores em sementes, principalmente em oleaginosas, os lipídios são moléculas altamente energéticas. Contudo, em frutos e hortaliças estão disponíveis em quantidades reduzidas (Goldoni *et al.*, 2019). O teor de lipídeos encontrado para a casca do buriti variou de 0,46 até 1,06 g 100 g⁻¹ ficando abaixo dos valores encontrados por Moraes *et al.*, (2019) que encontrou valores de 2,66 g 100 g⁻¹ para a casca *in natura* e de 1,19 g 100 g⁻¹ para a casca seca a 55 °C.

Quanto aos teores de fibras o valor reportados no presente estudo 55,50 e 58,95 g 100 g⁻¹ encontrados na casca *in natura* e processada, respectivamente enquadra a casca do buriti como um resíduo com alto teor desse constituinte, uma vez que, de acordo com a classificação da Secretaria de Vigilância Sanitária Ministério da Saúde, por meio da Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998, são considerados alimentos com alto teor de fibras aqueles que apresentam no mínimo 6 g fibras 100 g⁻¹ (Brasil, 2020).

Os teores de carboidratos variaram de 91,02 g 100 g⁻¹ para a farinha e 34,31 g 100 g⁻¹ para casca *in natura*, demonstrando assim que são os componentes predominantes nas amostras

analisadas, podendo ser considerado um alimento energético em função do seu baixo teor de proteínas e elevado teor de carboidratos. Alimentos com altos teores de carboidratos podem ser utilizados para enriquecer energeticamente a alimentação, seja pelo consumo direto ou através da inclusão no desenvolvimento de novos produtos, nesse sentido o estudo mostra que o uso da farinha da casca do buriti como fonte de energia seria uma boa alternativa para a aplicação do conceito de economia circular a este resíduo comumente descartado (Silva *et al.*, 2020). É importante destacar que o teor de carboidratos é constituído basicamente por lignina, amido, pectina, hemicelulose, celulose, e outros biopolímeros presentes em cascas de frutas, ressaltamos ainda que o teor de fibras das amostras está incorporado aos valores encontrados para carboidratos totais (Ortiz, 2016).

Para os dados de valor energético segundo a Anvisa (2005), para que um alimento seja considerado como uma fonte de energia o mesmo deve fornecer 40 kcal por 100 g sólida do alimento, quando os resultados são inferiores a 20 kcal por 100 gramas o alimento é tido como de baixo valor calórico. Os resultados encontrados no presente estudo evidenciaram que tanto a casca *in natura* como a farinha da casca do buriti são alimentos com altos valores calóricos, variando de 147,34 kcal por 100 g para a casca *in natura* e de 378,91 kcal por 100g para a farinha. Sendo está farinha recomendada para dietas hipercalóricas e de ganho de peso, sendo um atrativo para populações carentes, onde a ingestão diária de nutrientes essenciais é escassa.

Já para a variável acidez titulável 1,13 e 4,76 g AC 100 g⁻¹, assim a casca *in natura* pode ser categorizada como levemente ácido e a farinha como ácida, assim como reportado para o pH. Tais resultados implicam na produção de novos produtos e na sua comercialização, uma vez que a alta acidez está associada com uma maior diluição do produto, o que afeta diretamente o rendimento final em nível industrial (Lima *et al.*, 2016). Com o amadurecimento, as frutas perdem rapidamente a acidez, mas, em alguns casos, há um pequeno aumento nos valores com o avanço da maturação (Silva *et al.*, 2020). O valor médio encontrado para o pH a casca e *in natura* e processada foi de 5,70 e 4,34 sendo categorizado como levemente ácidos. De acordo Bekele *et al.*, (2020) este valor reportado para a casca do buriti é um fator importante no processamento de doces e geleias, pois está relacionado à formação do gel.

5.2. Perfil de carboidratos individuais

A Tabela 2 apresenta os resultados dos carboidratos individuais dos extratos obtidos das amostras *in natura* e processada. Em relação aos carboidratos, glicose, xilose e maltose, é possível observar que todos os açúcares analisados sofreram influência significativa da

temperatura de secagem e suas interações ($p \leq 0,05$). Ambos os carboidratos sofreram um aumento da sua concentração durante a secagem a 55 °C. Ao analisarmos a Tabela 2, podemos verificar que não houve a identificação do carboidrato sacarose, presente em grande parte de casca de frutas. Esse resultado possivelmente é decorrente da hidrólise da sacarose durante o amadurecimento, levando à formação de glicose. Em condições de secagem quando identificada, a sacarose é submetida a um meio ácido, tanto pela acidez natural das frutas como por outros processos de acidificação. Nesse meio ácido, a sacarose sofre processo de hidrólise, onde ocorre a quebra de sua molécula e seu desdobramento parcial nos monossacarídeos glicose e frutose (Ramesh; Rosell, 2017).

Tabela 2 – Análise dos carboidratos individuais da casca do buriti *in natura* e processada a 55 °C.

Carboidratos individuais (g 100 g⁻¹) (n = 3)	<i>In natura</i>	Processada
Glicose	4,20 ± 0,01 ^b	8,34 ± 0,03 ^a
Xilose	4,91 ± 0,10 ^b	24,40 ± 0,09 ^a
Frutose	nd.	nd.
Sacarose	nd.	nd.
Maltose	37,33 ± 0,33 ^b	281,01 ± 0,14 ^a

nd. Não detectado; médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma linha não se diferem estatisticamente a 1% de significância pelo teste t ($p \leq 0.01$).

Analisando separadamente, o carboidrato maltose foi o açúcar mais abundante nas amostras (Tabela 2), com valores variando entre 281,01 e 37,33 g 100 g⁻¹, para a amostra processada e a amostra *in natura*, respectivamente. Os demais carboidratos, como xilose e glicose, foram detectados em menores concentrações. A xilose apresentou grandes variações entre as frações do estudo, 24,40 e 4,91 g 100 g⁻¹, para a amostra processada e a amostra *in natura*, respectivamente (Tabela 2).

A maltose e a xilose são dois tipos de açúcares que desempenham papéis importantes no fornecimento de energia e no suporte metabólico para o organismo humano. A maltose, composta por duas moléculas de glicose, é uma fonte rápida de energia, sendo prontamente quebrada no sistema digestivo para liberar glicose, que é essencial para alimentar as células e sustentar diversas funções corporais. Seu papel é particularmente relevante para atletas e pessoas envolvidas em atividades físicas intensas, onde a rápida disponibilidade de energia é

crucial (Qi; Tester, 2020; Holesh; Aslam; Martin, 2023). No entanto, a principal preocupação associada ao excesso de maltose está relacionada ao aumento dos níveis de glicose no sangue, o que pode contribuir para o desenvolvimento de resistência à insulina e, eventualmente, levar ao diabetes tipo 2. Além disso, dietas consistentemente ricas em maltose e outros açúcares simples podem contribuir para o ganho de peso e problemas de saúde associados, como a síndrome metabólica (Hofman *et al.*, 2016).

Já a xilose, um tipo de açúcar encontrado principalmente em alguns vegetais e frutas, possui benefícios distintos. Além de contribuir para a produção de energia, a xilose é um componente chave na formação de algumas estruturas celulares, sendo um componente essencial na síntese de proteoglicanos, que desempenham papéis cruciais na saúde das articulações e na manutenção da integridade estrutural dos tecidos conectivos. Dessa forma, a inclusão de fontes naturais de xilose na dieta pode ser benéfica para a saúde articular e a manutenção da integridade do sistema musculoesquelético (Mudgil; Barak, 2013; Lamothe *et al.*, 2019).

Logo, os resultados da análise dos carboidratos presentes nas amostras *in natura* e processada indicam que a temperatura de secagem exerceu uma influência significativa na concentração dos açúcares estudados, notadamente glicose, xilose e maltose. A presença predominante de maltose, com valores consideráveis na amostra processada em comparação com a *in natura*, sugere uma transformação ou concentração durante o processo de secagem a 55 °C. No entanto, a inclusão da maltose na alimentação deve ser cuidadosamente considerada, uma vez que seu consumo em excesso pode contribuir para problemas metabólicos, como resistência à insulina e ganho de peso. Dessa forma, embora os resultados forneçam insights valiosos sobre as alterações nos carboidratos durante o processamento, é crucial avaliar os impactos à saúde antes de incluir quantidades significativas de maltose na dieta regular.

5.3 Perfil de minerais

Os minerais desempenham papéis vitais no organismo humano, regulando processos enzimáticos e agindo como componentes estruturais. Eles colaboram sinergicamente com outros compostos para equilibrar a acidez, impulsionar o sistema nervoso e sustentar a atividade muscular (Silva *et al.*, 2019). No entanto, para além do desafio de aumentar a produção global de alimentos, a agricultura moderna enfrenta a tarefa crucial de fornecer os minerais e nutrientes orgânicos essenciais para a manutenção da saúde humana. O corpo humano requer cerca de 22 elementos minerais, alguns dos quais, como cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K), são

necessários em quantidades mais substanciais. Em contrapartida, elementos como zinco (Zn), cobre (Cu), iodo (I), manganês (Mn) e selênio (Se) são necessários em quantidades menores, pois concentrações mais elevadas podem ser prejudiciais (Gomes *et al.*, 2021; Barnokhon; Nazira; Aziza, 2022). Logo, a Tabela 3 apresenta o perfil de minerais identificados e quantificados nas amostras da casca do buriti *in natura* e desidratada a 55 °C.

Tabela 3 – Análise do perfil de minerais obtidos da casca do buriti *in natura* e da casca processada a 55 °C.

Minerais (<i>n</i> = 3)	<i>In natura</i>	Processada
Nitrogênio (g kg ⁻¹)	3,83 ± 0,09 ^a	3,58 ± 0,05 ^b
Fósforo (g kg ⁻¹)	nd.	nd.
Potássio (g kg ⁻¹)	1,09 ± 0,02 ^a	0,77 ± 0,01 ^b
Cálcio (g kg ⁻¹)	0,97 ± 0,17 ^a	1,11 ± 0,15 ^a
Magnésio (g kg ⁻¹)	0,14 ± 0,03 ^a	0,14 ± 0,00 ^a
Enxofre (g kg ⁻¹)	0,35 ± 0,01 ^b	0,41 ± 0,01 ^a
Boro (mg kg ⁻¹)	2,74 ± 0,30 ^a	2,89 ± 0,11 ^a
Cobre (mg kg ⁻¹)	6,69 ± 1,63 ^a	5,79 ± 0,13 ^a
Manganês (mg kg ⁻¹)	24,55 ± 0,38 ^b	31,50 ± 0,57 ^a
Zinco (mg kg ⁻¹)	1,57 ± 0,32 ^b	3,11 ± 0,20 ^a
Ferro (mg kg ⁻¹)	27,48 ± 0,09 ^b	31,21 ± 0,62 ^a
Sódio (mg kg ⁻¹)	nd.	nd.

nd. Não detectado; médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma linha não se diferem estatisticamente a 1% de significância pelo teste *t* ($p \leq 0.01$).

Os resultados da análise do perfil mineral das amostras propostas foram tabulados e apresentados na Tabela 3. Observou-se que o potássio e o cálcio foram os minerais com as concentrações mais elevadas, enquanto o zinco e boro apresentaram as concentrações mais baixas entre as amostras. Embora outros minerais tenham sido testados, suas quantidades não foram significativas; no entanto, sua presença pode contribuir para o valor nutricional dos alimentos quando utilizadas como complemento à dieta. Conforme estabelecido pela RDC N° 429, de 22 de 2020, as ingestões diárias recomendadas (IDR) para um indivíduo saudável de

ambos os sexos são de 3500 mg dia⁻¹ de potássio e 1000 mg dia⁻¹ para cálcio (BRASIL, 2020).

Ao analisar o teor de potássio nas amostras, constatou-se que as concentrações estão abaixo do teor médio exigido pela IDR, atingindo 1,09 (g kg⁻¹) para a amostra *in natura* e 0,77 (g kg⁻¹) para a amostra desidratada a 55 °C (Tabela 3). No entanto, esses resultados indicam que ambas as amostras podem ser incorporadas à alimentação diária contribuindo de maneira significativa para alcançar o limite recomendável estipulado na legislação. O potássio desempenha funções cruciais na contração muscular, regulação do ritmo cardíaco, condução de impulsos nervosos e manutenção de eletrólitos, além de ser fundamental na prevenção da hipertensão arterial (Morais *et al.*, 2022). Por outro lado, uma dieta deficiente em potássio pode resultar em fadiga, câibras nas pernas, fraqueza muscular, reflexos lentos, acne, pele seca e batimentos cardíacos irregulares, entre outros sintomas (Martínez-Ballesta *et al.*, 2010).

O nível de cálcio, assim como o potássio, não atendeu aos limites do IDR, registrando-se 0,97 (g kg⁻¹) para a amostra *in natura* e 1,11 (g kg⁻¹) para a amostra desidratada (Tabela 3). Assim com o potássio o cálcio é essencial na manutenção de diversas funções metabólicas no organismo e as amostras estudadas podem ser incorporadas à alimentação diária com o propósito de complementar a dieta, uma vez que o cálcio desempenha papel vital na contração muscular e fornece resistência estrutural aos ossos, permitindo suportar o peso do corpo e ancorar os músculos (Pop *et al.*, 2023).

Minerais essenciais como zinco, ferro e manganês são fundamentais para a manutenção das vias metabólicas do corpo humano. Esses minerais (zinco, ferro e manganês) desempenham diversas funções, como o bom funcionamento do cérebro, do sistema nervoso e de sistemas enzimáticos do corpo, auxiliando na prevenção da osteoporose, aliviando dores musculares, e regulam os níveis de açúcar no sangue, contribuindo para o desempenho cognitivo, o bom estado imunológico e produção de hormônios (Du *et al.*, 2023; Nemeth; Ganz, 2023; Lu *et al.*, 2023). A Tabela 3 evidencia que os teores de zinco variaram de 1,50 a 3,11 mg kg⁻¹, de ferro de 27,48 a 31,21 mg kg⁻¹ e de manganês de 24,55 a 31,50 mg kg⁻¹, apresentando concentrações satisfatórias para esses compostos (Tabela 3). Conforme as ingestões dietéticas recomendadas (IDR) para zinco (11 mg dia⁻¹), manganês (2,3 mg dia⁻¹) e ferro (8 mg dia⁻¹).

Ao analisarmos os valores reportados para o mineral cobre, enfatizamos valores expressivos nas amostras estudadas ultrapassando a IDR de 0,9 mg dia⁻¹ (Brasil, 2020), visto que a amostra *in natura* obteve 6,69 mg kg⁻¹ e a amostra processada obteve 5,79 mg kg⁻¹. Dessa forma, a ingestão de alimentos ricos em cobre torna-se essencial, pois esse composto desempenha papel crucial na produção de glóbulos vermelhos, na fixação de ferro nas hemoglobinas e na produção de colágeno. Vale ressaltar que o cobre não é sintetizado

naturalmente pelo organismo, sendo necessária sua ingestão por meio de alimentos ou suplementos (Wang *et al.*, 2018).

Em resumo, a análise detalhada do perfil mineral das amostras da casca do *buriti in natura* e desidratada a 55 °C revelou informações significativas sobre a composição nutricional das amostras. A concentração de minerais, como potássio, cálcio, zinco, ferro, manganês e cobre, destaca a importância desses elementos na saúde humana e ressalta a necessidade de atenção na ingestão alimentar para garantir a obtenção adequada desses nutrientes essenciais. Apesar das amostras apresentarem teores abaixo das IDR para potássio e cálcio, a incorporação desses alimentos à dieta pode ser benéfica, fornecendo contribuições significativas para outros minerais essenciais, como zinco, ferro e manganês, cujas concentrações estão satisfatórias. A expressiva presença de cobre nas amostras ressalta a relevância desse mineral para funções biológicas cruciais, incentivando a inclusão de alimentos ricos em cobre na alimentação diária para promover a saúde metabólica e a homeostase fisiológica. Logo, a inclusão da farinha da casca do buriti se torna uma opção vantajosa do ponto de vista da biodisponibilidade dos minerais presentes, visto que a desidratação concentra os minerais presentes nos alimentos.

5.4 Fenólicos individuais e carotenoides totais

A Tabela 4 apresenta a análise da composição fenólica individual dos extratos provenientes de amostras das cascas do buriti *in natura* e desidratada a 55 °C, incluindo parâmetros de identificação, tempos de retenção e coeficientes de determinação obtidos nas análises dos compostos fenólicos. Dentre os quinze compostos fenólicos, apenas seis foram identificados e quantificados nos extratos, destacando-se cinco ácidos fenólicos e um alcaloide (Tabela 4). Trigonelina, além dos ácidos fenólicos siríngico e clorogênico, emergiram como os principais compostos quantificados nas cascas do buriti. De acordo com a análise estatística todos os compostos identificados diferiram significativamente entre si ($p \leq 0.01$), demonstrando assim que o processo de secagem potencializa a liberação e a concentração de diversos compostos fenólicos. Este aumento pode ser originado devido a ruptura das paredes celulares durante o processamento ou da quebra de compostos fenólicos insolúveis, uma vez que poderia ter levado a uma melhor taxa de extração destes compostos (Aguilera *et al.*, 2011; Zhu *et al.*, 2022; Wang *et al.*, 2023).

Tabela 4 – Análise de fenólicos individuais e carotenoides totais da casca do buriti *in natura* e da casca processada a 55 °C.

Compostos	<i>In natura</i>	Processada
Fenólicos individuais (mg 100 g⁻¹) (n = 3)		
Trigonelina	1,06 ± 0,01 ^b	41,52 ± 6,04 ^a
Teobromina	nd.	nd.
Catequina	nd.	nd.
Vanilina	nd.	nd.
Resveratrol	nd.	nd.
Ácido gálico	nd.	nd.
Ácido Clorogênico	2,63 ± 0,02 ^b	8,27 ± 0,05 ^a
Ácido Cafeico	0,26 ± 0,01 ^b	0,48 ± 0,01 ^a
Ácido Siríngico	0,26 ± 0,01 ^b	1,47 ± 0,14 ^a
<i>p</i> -cumárico	0,04 ± 0,00 ^b	1,33 ± 0,48 ^a
<i>m</i> -cumárico	nd.	nd.
<i>o</i> -cumárico	nd.	nd.
Ácido Ferúlico	0,13 ± 0,01 ^b	0,53 ± 0,01 ^a
Ácido Rosmarínico	nd.	nd.
Ácido <i>trans</i> -cinâmico	nd.	nd.
Carotenoides (µg 100 g⁻¹) (n = 3)		
α caroteno	18,23 ± 2,08 ^b	60,28 ± 3,93 ^a
β caroteno	27,18 ± 0,11 ^b	62,94 ± 3,74 ^a
δ caroteno	15,50 ± 2,31 ^b	44,87 ± 3,05 ^a
γ caroteno	14,47 ± 1,42 ^b	42,90 ± 2,98 ^a
Licopeno	12,69 ± 1,49 ^b	36,13 ± 2,49 ^a
Carotenoides totais	87,09 ± 2,33 ^b	247,13 ± 16,20 ^a

nd. Não detectado; médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma linha não se diferem estatisticamente a 1% de significância pelo teste *t* ($p \leq 0.01$).

A análise de forma individual dos resultados apresentados na Tabela 4 permite inferir que o principal composto identificado e quantificado foi a trigonelina, variando de 1,06 à 41,52 mg 100 g⁻¹ para a amostra *in natura* e processada, respectivamente. Logo, alimentos e produtos ricos em trigonelina são extremamente importantes do ponto de vista nutricional e medicinal. De acordo com Liang *et al.* (2023) a trigonelina melhora o diabetes e suas complicações, além de poder atravessar a barreira hematoencefálica e tem um efeito protetor nos nervos, incluindo doença de Alzheimer, doença de Parkinson, acidente vascular cerebral e depressão. Não foram encontrados estudos na literatura que reportassem a identificação deste composto em amostras de cascas de buriti. Liu *et al.* (2018), descobriram que a trigonelina aumentaria a massa das células β enquanto diminuía a apoptose das células β para aliviar a hiperglicemia materna em camundongos diabéticos grávidas. Outras pesquisas revelaram que a trigonelina, através da regulação negativa das expressões da caspase 3, aumenta a expressão da insulina nas células β e inibe a apoptose das células β da insulina.

Por outro lado, outro composto notável e quantificado nas amostras analisadas é o ácido clorogênico (CGA, 3-CQA) (2,63 a 8,27 mg 100 g⁻¹) (Tabela 4), destacando-se como o isômero mais prevalente entre os isômeros do ácido cafeoilquínico (3-, 4- e 5-CQA), atualmente designado como 5-CQA conforme as convenções da IUPAC (Panico; Powell; Richer, 1993). Por conseguinte, evidencia-se como um dos ácidos fenólicos mais biodisponíveis encontrados naturalmente. Os resultados obtidos nesta pesquisa revelam que as frações provenientes das cascas do buriti são especialmente ricas em ácido clorogênico, exibindo níveis superiores aos observados em outras frutas como goiaba amarela, acerola, jambolão e jabuticaba (Betta *et al.*, 2018), patawá (Rezaire *et al.*, 2014) e açai (Matta *et al.*, 2020).

Outros compostos que merecem atenção são os ácidos fenólicos cafeico e siríngico (0,26 e 0,26 mg 100 g⁻¹ para a casca *in natura* e 0,48 e 1,47 mg 100 g⁻¹ para a farinha desidratada a 55 °C, respectivamente) (Tabela 4) ($p \leq 0.01$). Estes compostos são de extrema importância em processos de regulação metabólica do organismo, visto que, tanto o ácido cafeico, quanto o ácido siríngico apresentam diversas atividades benéficas à saúde, incluindo efeitos antioxidantes e anticancerígenos (Kadar *et al.*, 2021), antiinflamatórios (Srinivasulu *et al.*, 2018) e anti-hipertensivos (Vo *et al.*, 2020). Portanto, as áreas de aplicação do ácido cafeico e siríngico não se restringem à indústria farmacêutica. Por exemplo, eles também podem ser usados como estabilizantes, antioxidantes, conservantes de alimentos e absorvedores de UV nas indústrias alimentícias para preparar e enriquecer rações animais e na indústria cosmética (Birková *et al.* 2020).

Por outro lado, os carotenoides desempenham um papel crucial como pigmentos

naturais, conferindo tonalidades vermelhas, amarelas e alaranjadas a flores e frutos. Esta característica é de notável importância, uma vez que a cor representa um dos principais determinantes da aceitabilidade da qualidade dos alimentos. No entanto, o foco central da investigação científica contemporânea reside na análise das funções fisiológicas e biológicas desses compostos (Chen; Martynenko, 2013; Morais *et al.*, 2019).

Ao examinarmos os dados fornecidos na Tabela 4 referentes aos carotenoides totais, é evidente um aumento significativo entre a amostra *in natura* e a amostra seca a 55°C, indicando que o processo de secagem não resultou na degradação desse nutriente. Pelo contrário, observou-se uma concentração dos carotenoides devido à perda de água durante a etapa de secagem. Em comparação com um estudo anterior realizado por Melo (2008) sobre a casca de buriti, que obteve valores inferiores de carotenoides (0,43 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ para a casca *in natura*), os resultados do presente trabalho destacam-se, registrando 87,09 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ para a casca *in natura* e 247,13 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ para a farinha do mesmo constituinte.

De maneira individual os principais carotenoides identificados foram o betacaroteno (27,18 – 62,94 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) e o alfa caroteno (18,23 – 60,28 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), apresentando diferenças significativas entre si ($p \leq 0.01$). O betacaroteno e o alfa caroteno são carotenoides comprovadamente benéficos para a saúde humana, desempenhando papéis fundamentais como precursores da vitamina A e exibindo propriedades antioxidantes (Ebadi *et al.*, 2023). Destacam-se seus efeitos positivos na prevenção de doenças crônicas, como degeneração macular e certos tipos de câncer (Chen *et al.*, 2021). Alimentos como cenoura, abóbora, espinafre e batata-doce são ricos nessas substâncias, porém a polpa do buriti é considerada o alimento mais rico em teor de carotenoides reportado na literatura (Britton; Khachik, 2009; Cândido; Silva; Costa, 2015).

Por outro lado, o setor alimentício, especialmente na produção de suplementos nutricionais e alimentos fortificados, utiliza amplamente esses carotenoides para promover benefícios à saúde (Nabi *et al.*, 2020). Além disso, a indústria de cosméticos emprega esses compostos em formulações voltadas para a proteção da pele contra danos causados pelos radicais livres (Bin-Jumah *et al.*, 2021). Esse alto teor de carotenoides encontrados nas cascas do buriti a torna uma fonte valiosa para diversos setores industriais, oferecendo uma alternativa eficaz para atender à crescente demanda por produtos enriquecidos com esses compostos devido aos seus benefícios à saúde.

5.5 Ácidos graxos

As frações lipídicas das amostras das cascas do buriti apresentaram 5 tipos de ácidos graxos, sendo dois ácidos graxos saturados (SFA) e três ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) (Tabela 5). Vale ressaltar, que de forma geral os ácidos graxos não foram influenciados pelo processo de secagem de amostra, visto que o somatório do teor de ácidos graxos saturados e insaturados foram estatisticamente iguais, não apresentando diferenças significativas entre si ($p \leq 0.01$).

Tabela 5 - Composição em ácidos graxos dos óleos da casca do buriti *in natura* e da casca processada a 55 °C obtidos por Soxhlet com *n*-hexano.

Ácidos graxos ($n = 2$)	Composição (%)	
	<i>In natura</i>	Processada
Mirístico (C14:0)	nd.	nd.
Palmítico (C16:0)	34,40 ± 0,05 ^a	33,91 ± 0,47 ^a
Palmitoleico (C16:1)	0,23 ± 0,09 ^b	0,57 ± 0,11 ^a
Heptadecanoico (C17:0)	nd.	nd.
Esteárico (C18:0)	2,37 ± 0,14 ^b	2,84 ± 0,26 ^a
Oleico (C18:1 ω9)	61,33 ± 1,41 ^a	62,08 ± 2,39 ^a
Linoleico (C18:2 ω6)	nd.	nd.
<i>cis</i> -11-Eicosenoico (C20:1)	0,14 ± 0,01 ^b	0,41 ± 0,11 ^a
Σ saturado	36,77 ± 1,44 ^a	36,75 ± 0,89 ^a
Σ monoinsaturadas	61,47 ± 2,31 ^a	63,06 ± 1,27 ^a
Σ Poliinsaturado	-	

nd. Não detectado; médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma linha não se diferem estatisticamente a 1% de significância pelo teste *t* ($p \leq 0.01$).

A Tabela 5 mostra que os principais ácidos graxos presentes nos óleos das cascas do buriti foram o oleico (de 61,33 a 62,08%) e o ácido palmítico (34,40 – 33,91%). Avaliando o teor de ácidos graxos monoinsaturados (MUFAs) a quantidade observada nas respectivas amostras foi superior aos resultados encontrados por Berto *et al.* (2015) ao estudarem as

composições de ácidos graxos de dez frutas nativas da Amazônia como, o umari, uxi, biribá, ingá-açú entre outras frutas. Segundo a FAO (2008), os MUFA são ácidos graxos com ligação simples e dupla, capazes de aumentar as concentrações de colesterol HDL (Lipoproteínas de Alta Densidade), conhecido como colesterol saudável. Por outro lado, o ácido oleico é comumente reconhecido pela sua resistência à oxidação (Mwaurah *et al.*, 2020). Por outro lado, o ácido palmítico apresentou também resultados substanciais (34,40 – 33,91%). Embora muitas vezes considerado como tendo efeitos adversos em doenças crônicas em adultos, o ácido palmítico é um componente essencial das membranas celulares, dos lipídeos secretórios e de transporte, com papéis cruciais na palmitoilação de proteínas e nas moléculas sinalizadoras (Mancini *et al.*, 2015; Agostoni; Moreno; Shamir, 2016).

5.6 Compostos bioativos

Os resultados dos fitoquímicos (Fenólicos, flavonoides e flavonóis totais e taninos condensados) e do potencial antioxidante (DPPH, ABTS, FRAP, IPL e fosfomolibidênio) das cascas do buriti *in natura* e da amostra desidratada a 55 °C, estão apresentados na Tabela 6.

5.6.1 Fitoquímicos

A análise dos compostos fitoquímicos é apresentada na Tabela 6, onde é notório que a amostra submetida ao processo de secagem a 55 °C apresentou resultados superiores a amostra *in natura*, demonstrando que todos os protocolos avaliados diferiram significativamente entre si ($p \leq 0.01$). Os fenólicos totais variaram de 447,01 até 823,33 mg GAE 100 g⁻¹, denotando assim a concentração deste constituinte durante a desidratação por calor. Analisando o trabalho feito por Roesler *et al.* (2007) o teor de fenólicos totais em casca de frutos do cerrado (cagaita, pequi, araticum e lobeira variou entre 18,38, 209,37, 90,72, 35,15 para extrato etanólico respectivamente e 16,23, 208,42, 48,86, 15,09 para extrato aquoso respectivamente), verificamos assim que o valor encontrado para a casca de buriti *in natura* e sua respectiva farinha são substancialmente superiores aos valores descritos, verificamos também que os resultados obtidos foram superiores ao encontrado por Rufino *et al.* (2010) para frutas não-tradicionais do tropicais, como açaí, camu-camu, jaborcaba, jambolão, juçara e murta.

Zhang & Tsao (2016) e Vasco *et al.* (2008) classificaram os compostos fenólicos das frutas em três categorias diferentes de acordo com o conteúdo: baixo (< 100 mg GAE 100 g⁻¹), médio (100 – 500 mg GAE 100 g⁻¹) e alto (> 500 mg GAE 100 g⁻¹). O maior teor de fenólicos

totais foi obtido para a farinha da casca do buriti, seguido da amostra *in natura*. Portanto, as amostras podem ser classificadas como matrizes que possuem elevado teor de fenólicos totais. Além disso, a presença de alto teor de compostos fenólicos contribui para a atividade antioxidante dos alimentos. O consumo desses compostos tem sido associado a efeitos antimicrobianos, anticancerígenos, antivirais, antiinflamatórios, hipolipemiantes e hipoglicêmicos (Alu'Datt *et al.*, 2017).

Tabela 6 – Compostos fitoquímicos e análises de potencial antioxidante dos extratos obtidos da casca do buriti *in natura* e da casca processada a 55 °C.

Métodos bioativos	<i>In natura</i>	Processada
Fitoquímicos (n = 5)		
Fenólicos totais (mg GAE 100 g ⁻¹)	447,01 ± 2,48 ^b	823,33 ± 7,01 ^a
Flavonoides totais (mg CE 100 g ⁻¹)	227,09 ± 1,14 ^b	569,81 ± 1,17 ^a
Flavonóis totais (mg QE 100 g ⁻¹)	144,55 ± 0,81 ^b	335,08 ± 2,49 ^a
Taninos condensados(mg CE 100 g ⁻¹)	189 ± 0,23 ^b	214,08 ± 0,36 ^a
Potencial antioxidante (n = 5)		
DPPH (% de inibição)	45,87 ± 0,12 ^b	80,47 ± 0,67 ^a
FRAP (mg AAE 100 g ⁻¹)	568,33 ± 1,47 ^b	807,30 ± 3,48 ^a
ABTS (µmol de Trolox g ⁻¹)	13,17 ± 0,71 ^b	82,84 ± 2,23 ^a
IPL (% de inibição)	57,36 ± 0,38 ^b	73,20 ± 0,11 ^a
Fosfomolibdênio (mg AAE 100 g ⁻¹)	422,71 ± 0,97 ^b	1656,59 ± 11,32 ^a

nd. Não detectado; médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma linha não se diferem estatisticamente a 1% de significância pelo teste *t* ($p \leq 0.01$); mg GAE 100 g⁻¹ = mg equivalente de ácido gálico por 100 g de amostra; mg CE 100 g⁻¹ = mg de catequina equivalente por 100 g de amostra; mg QE 100 g⁻¹ = mg de quercetina equivalente por 100 g de amostra; mg AAE 100 g⁻¹ = mg de ácido ascórbico equivalente por 100 g de amostra;

Assim como os fenólicos totais, todas as demais análises fitoquímicas seguiram o mesmo comportamento ($p \leq 0.01$). Logo, diante do panorama atual, o uso de farinhas de casca de frutos não se limita apenas a uma estratégia de enriquecimento alimentar, mas representa uma abordagem holística para a promoção da saúde, a sustentabilidade e a inovação na indústria

alimentar. Ao abraçar essa tendência, estamos não apenas transformando nossos alimentos, mas também construindo um caminho mais sustentável para o futuro da alimentação.

5.6.2 Potencial antioxidante

O ensaio DPPH• é baseado na transferência de elétrons e hidrogênios (Apak *et al.*, 2016). Por outro lado, o teste ABTS+ também envolve transferência de elétrons e hidrogênios, mas se destaca em relação ao método DPPH• pela capacidade de atuar tanto em ambientes lipofílicos quanto hidrofílicos. Essa versatilidade permite uma quantificação mais precisa da atividade antioxidante (Munteanu; Apetrei, 2021). Portanto, uma alta capacidade de sequestrar os radicais DPPH• (45,87 – 80,47% de inibição) e ABTS+ (13,17 – 82,84 mmol TE 100 g⁻¹) foi observada para extratos de polpa obtidos com diferentes processos. Portanto, os extratos obtidos apresentaram diferenças significativas entre si para ambos os métodos testados ($p < 0,05$). Notadamente, o potencial antioxidante pelos testes DPPH• e ABTS+ das cascas do buriti foi mais eficaz quando comparado às polpas de outras frutas tropicais como jenipapo (10,17% e 0,40 mmol TE 100 g⁻¹), siriguela (6,40% e 0,03 mmol TE 100 g⁻¹) e umbu (16,10% e 0,22 mmol TE 100 g⁻¹), respectivamente (Omena *et al.*, 2012).

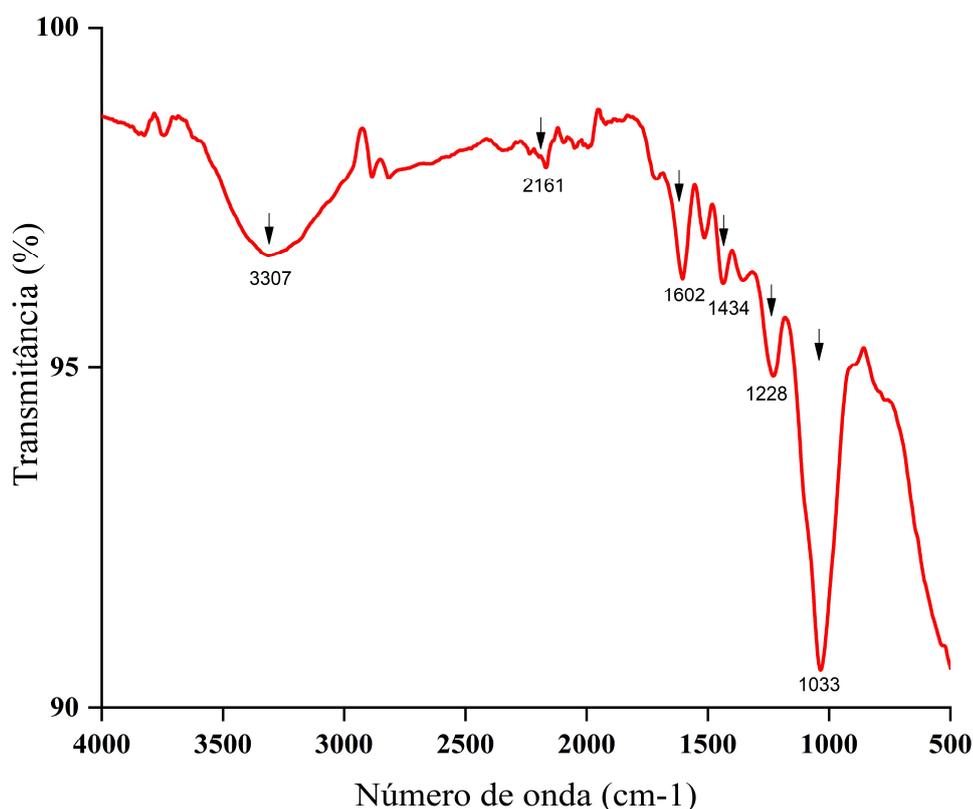
O método FRAP investiga a capacidade das substâncias de reduzir íons Fe³⁺ através da transferência de elétrons, enquanto o método IPL mede a inibição da peroxidação lipídica, que pode oxidar compostos antioxidantes solúveis em água ou óleo. Portanto, a maior capacidade de redução dos íons férrico (568,33 – 807,30 mg AAE 100 g⁻¹ em FRAP) e IPL (57,36 – 73,20% 1) foi observada para a amostra *in natura* e desidratada a 55 °C. Portanto, a variação dos resultados entre os diferentes métodos de caracterização fitoquímica pode estar relacionada aos diferentes princípios de reações, fundamentos e condições experimentais de cada método (Granato *et al.*, 2015; Margraf *et al.*, 2015).

5.7 FTIR-ATR

Os espectros FTIR da farinha da casca do buriti é apresentada na Figura 2. As bandas que vibraram entre 3200 a 3600 cm⁻¹ são os menores espectros, correspondendo ao alongamento O–H atribuído à umidade ainda presente na amostra (Barbosa, 2007). Esse mesmo comportamento pode ser observado no estudo de Resende *et al.* (2020), ao estudar a caracterização das farinhas da casca da jabuticaba (*Plinia cauliflora*) e sua predição de compostos por análise FTIR. Entretanto, de acordo com Barbosa (2007), a presença de

compostos fenólicos pode ser verificada pela observação simultânea de três bandas: 3200 – 3600 cm^{-1} (estiramento O–H), 1410 - 1320 cm^{-1} e 1260 - 1180 cm^{-1} , resultantes da interação da deformação angular de O– Alongamento H e C–O. As bandas na região 1600 - 1650 cm^{-1} são características de grupos carboxila esterificados e não esterificados em pectinas, estando presentes nas amostras de farinha. Outros picos relacionados à pectina podem ser vistos em: 1434 cm^{-1} (modos de estiramento assimétrico vibração de ésteres metílicos) (Baum *et al.*, 2017). Na mesma região, 1600 - 1650 cm^{-1} pode ocorrer também (ligação carbonila), estando estas relacionadas a proteínas não digeridas, bem como a enzimas (Cangussu *et al.*, 2021).

Figura 2 - Espectros de FTIR da farinha produzida a partir das cascas de buriti.



No espectro ainda podemos verificar vários picos que podem ser atribuídos à celulose: 1228 cm^{-1} (curvatura de CH_2), e 1033 cm^{-1} (estiramento C–O, alongamento C–C) (Resende *et al.*, 2020). Vale ressaltar, que a faixa de número de onda de 800–1800 cm^{-1} é de especial interesse, pois é uma faixa característica de número de onda de polissacarídeos que constituem as paredes celulares das plantas. No entanto, nesta região também podem ser encontradas bandas relacionadas à amida I (1750 – 1600 cm^{-1}) e II (1500 – 1400 cm^{-1}), associadas a

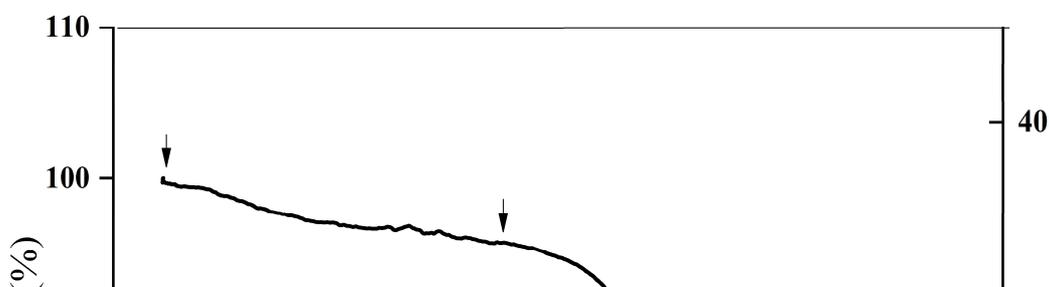
proteínas, assim como os picos não são bem resolvidos nesta porção do espectro. A faixa de comprimento de onda de 950 e 1200 cm^{-1} é chamada de “região de impressão digital” para carboidratos, uma vez que permite a identificação de seus principais grupos químicos funcionais e ligações (Maran; Priya, 2014; Mushtaq *et al.*, 2018; Cangussu *et al.*, 2021).

5.8 Análise termogravimétrica (TGA/DTA)

A análise termogravimétrica permite registrar a perda de peso de um material em função da temperatura. Normalmente, a perda de peso na faixa de 30 a 200 °C é atribuída à umidade e à água de hidratação, a perda de peso na faixa de 200 a 400 °C está associada aos chamados componentes de carbono lábil e a perda de peso na faixa de 400 a 600 °C é atribuída a componentes condensado (Leone *et al.*, 2017; Consumi *et al.*, 2022). A termografia de perda de peso (%) da farinha da casca do buriti em função da temperatura é apresentado na Figura 3.

Ao analisar o comportamento da curva da farinha da casca do buriti submetida a análise de TGA a amostra de farinha revelou que a perda de peso percentual médio aproximado de 5 % na faixa de temperatura 10 – 200° C. Observou-se uma diminuição de cerca de 20 % para a temperatura de 250 – 400 °C. Esses resultados podem ser explicados pela degradação do componente amido, cuja afinidade com a água é muito alta. Comportamento semelhante pode ser observado por Consumi *et al.* (2022) ao verificar a composição analítica de farinhas por métodos termogravimétricos e reológicos combinados e chegaram a este mesmo resultado. Visto que, de acordo com Fu *et al.* (2020) a principal perda de peso em amostras de farinhas submetidas a tal análise é decorrente da degradação do amido presente na amostra, corroborando com os dados aqui apresentados. Assim, podemos inferir que a degradação térmica da farinha da casca do buriti ocorrera entre 250 a 400 °C, sendo também associadas a degradação da hemicelulose, celulose e lignina que ocorrem entre 250 °C até 500 °C (Consumi *et al.*, 2022).

Figura 3 - Curvas termogravimétricas obtidas através da análise termogravimétrica (TGA/DTA) da farinha produzida da casca de buriti.

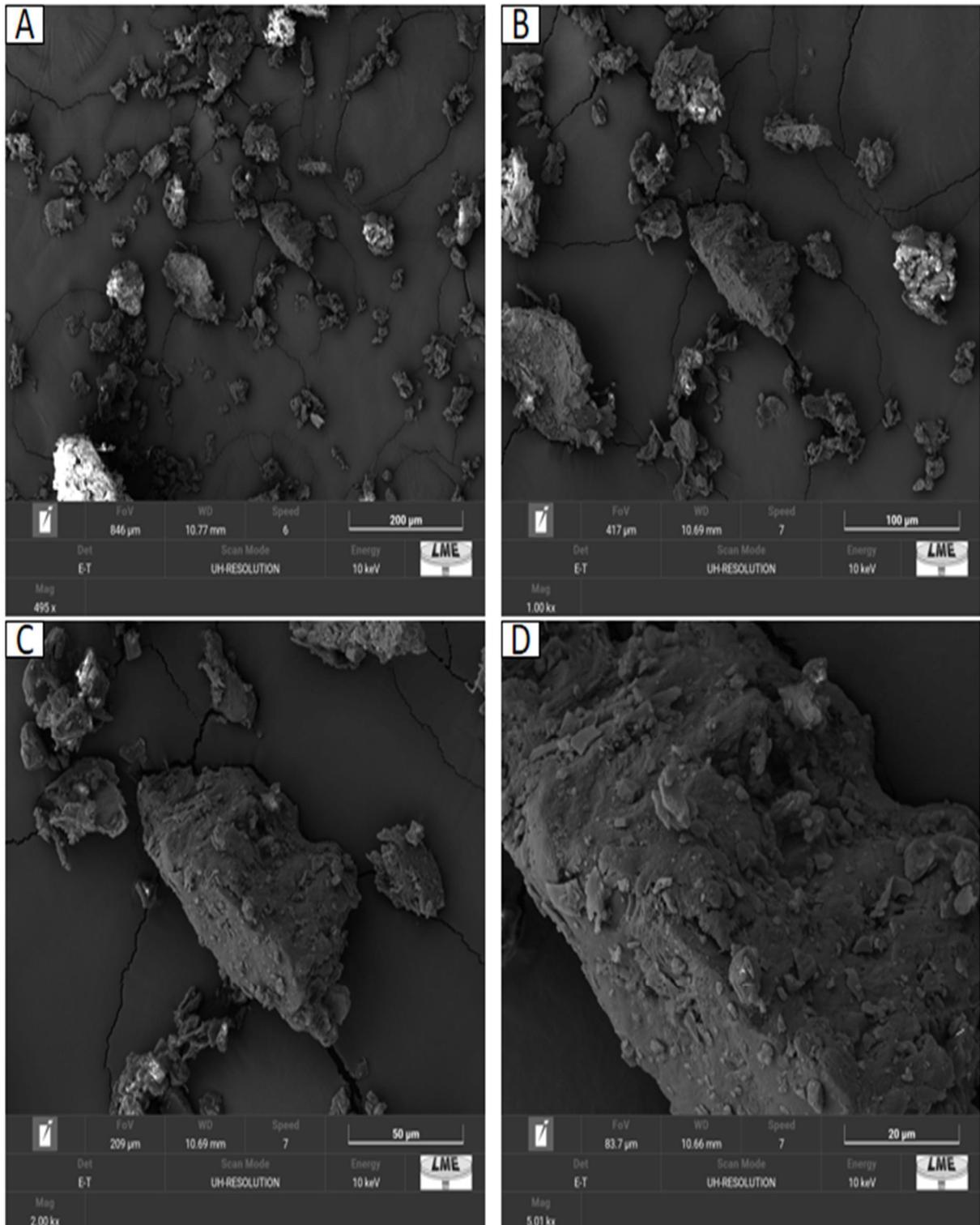


5.9 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Podem ser visualizadas, na Figura 4, as micrografias da farinha da casca do buriti obtidas com aumento de 500, 1000, 2000 e 5000 vezes. Assim, para a correta realização da análise a molécula de água deve ser removida da amostra com base na técnica de microscopia eletrônica de varredura, visto que as moléculas de água não podem ser exibidas em imagens de MEV, enquanto apenas a estrutura da proteína e os grânulos de amido podem ser capturados (Gorinstein *et al.*, 2004). Verificou-se que as moléculas de amido presentes nas amostras são ovais, globulares e de forma redonda, com superfícies rugosas.

O tamanho das estruturas observadas possui tamanho regular, sugerindo um bom processo de trituração o que é essencial para a formulação do pão. Ao analisarmos as micrografias em seus diferentes tamanhos pode-se observar que as imagens MEV são uma ferramenta confiável para visualizar a distribuição de corpos proteicos e glóbulos de amido. Todas as ampliações continham grânulos de amido pequenos e grandes de formas esféricas e lenticulares que foram distribuídos por toda a matriz proteica. Esta observação assemelha-se aos relatos de Aponte *et al.* (2014) em farinha de trigo tradicional.

Figura 4 - Micrografias de microscopia eletrônica de varredura da farinha de buriti (A. 500x, B.1000x, C. 2000x e D. 5000x).



5.10 Propriedades funcionais da farinha da casca do buriti

A utilização das cascas de frutos nativos para produzir produtos de panificação, ajudaria a diminuir a dependência total do trigo e de outras farinhas comumente comercializadas

(Hasmadi *et al.*, 2020). A farinha da casca do buriti é uma farinha inovadora que tem atraído muita atenção na investigação, bem como no desenvolvimento de produtos alimentares, apresentando melhor valor nutricional em termos de elementos minerais, vitaminas, fibras e proteínas do que a farinha moída apenas a partir de qualquer cereal específico (Becker *et al.*, 2014; Morais *et al.*, 2019; Resende *et al.*, 2019; Rudke *et al.*, 2019). Nesse sentido, entender os processos funcionais e tecnológicos desta farinha se torna um dos fatores essenciais para nortear os setores industriais. Os resultados para as propriedades funcionais da farinha da casca do buriti são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Propriedades funcionais da farinha da casca do buriti.

Propriedades funcionais	Farinha da casca do buriti
Índice de absorção em óleo (g g^{-1})	$2,84 \pm 0,06$
Índice de absorção em água (g g^{-1})	$3,68 \pm 0,01$
Índice de absorção em leite (g g^{-1})	$5,49 \pm 0,11$
Solubilidade em água (%)	$8,29 \pm 0,01$
Solubilidade em leite (%)	ndm.
Formação de espuma	nd.

*ndm = não determinado; nd = não detectado.

O índice de absorção em água (IAA) de uma farinha é amplamente utilizado para avaliar a quantidade ideal desse componente em produtos cárneos, pães e bolos. Esta propriedade funcional desempenha um papel crucial ao permitir a incorporação controlada de água, visando facilitar a manipulação da massa e prevenir a dessecação durante o armazenamento (Porte *et al.* 2011). Paralelamente, o índice de absorção em leite (IAL) assume relevância significativa na formulação de produtos lácteos, incluindo sobremesas lácteas, requeijão, doces e alimentos infantis instantâneos. Sua utilidade reside na avaliação da capacidade desses produtos em se homogeneizarem de maneira eficiente com o leite, conforme enfatizado por Becker *et al.*, (2014).

Nesse sentido, os índices de absorção de água ($3,68 \text{ g g}^{-1}$) e leite ($5,49 \text{ g g}^{-1}$) apresentaram resultados relativamente baixos, sendo indicados para a elaboração de farinhas compostas. Esses resultados estão diretamente correlacionados com o baixo teor de proteínas ($1,79 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) encontrado na amostra. De acordo com Hasmadi *et al.* (2020), a presença de diferentes carboidratos hidrofílicos (dextrina, celulose, arabinoxilanas etc), bem como diferentes estruturas proteicas, podem ser responsáveis por variações na capacidade de absorção

de água e leite das farinhas. O mesmo comportamento pode ser observado por Morais *et al.* (2019) a analisar as propriedades funcionais da farinha das cascas do buriti.

Outro índice extremamente importante é o índice de absorção em óleo (IAO), cuja relação está primariamente associada à capacidade das partes proteicas da amostra de se ligarem às moléculas de óleo. Isto é importante porque a gordura atua como retentor de sabor. Logo, a capacidade de absorção de óleo é necessária na maioria das aplicações alimentícias, como produtos de panificação, onde são necessários na retenção do sabor e na melhoria da palatabilidade (Abu *et al.*, 2005). A identificação de elevados índices de absorção em óleo indica a viabilidade da utilização da farinha em produtos emulsionados, tais como massas de bolos, maionese ou molhos para saladas, como elucidado por Chandi e Sogi (2007). Logo o valor encontrado para o índice de absorção de óleo da farinha das cascas do buriti ($2,84 \text{ g g}^{-1}$) se torna uma matéria prima favorável para aplicação em produtos de panificação.

O índice de solubilidade em água é utilizado para determinar a quantidade de sólidos solúveis presentes em uma amostra seca, o que permite avaliar o efeito do tratamento no amido, como degradação, gelatinização, dextrinização e conseqüentemente, solubilização (Hasmadi, *et al.*, 2020). O resultado encontrado para essa propriedade funcional foi de 8,29 %, estando este valor abaixo do reportado por Morais *et al.* (2019) (16,88%). Esta abordagem analítica torna-se essencial na seleção e otimização de ingredientes para garantir propriedades específicas nos produtos finais, evidenciando a interconexão entre a composição da farinha e suas aplicações em distintos contextos culinários e industriais.

6 CONCLUSÕES

No cenário contemporâneo, a busca por alternativas nutricionais que promovam a saúde e o bem-estar é uma prioridade global. Nesse contexto, as farinhas provenientes de cascas de frutos emergem como uma promissora fonte de enriquecimento alimentar, contribuindo não apenas para a nutrição, mas também para o desenvolvimento de formulações inovadoras. A inclusão da farinha da casca do buriti é versátil e adequada a diversas preferências alimentares. Seja em dietas vegetarianas, veganas ou com restrições específicas, essas farinhas oferecem uma opção inclusiva para atender às necessidades de uma população cada vez mais diversificada, além de suprirem as demandas nutricionais e bioativas.

O método de elaboração de farinhas de cascas do buriti por meio de secagem em estufa a $55 \text{ }^\circ\text{C}$ provou ser eficiente e não alterou os constituintes analisados, pelo contrário promoveu aumento significativo nos teores de carboidratos, valor energético total, além de apresentarem

aumento no conteúdo de fenólicos individuais e dos compostos bioativos das amostras avaliadas demonstrando potencial para elaboração de novos alimentos, principalmente nos produtos instantâneos e de panificação. Por outro lado, o perfil de ácidos graxos não apresentou diferenças significativas entre as amostras e processos avaliados ($p \leq 0.01$). Portanto pode-se concluir que a secagem se constitui de uma alternativa viável para o aproveitamento de resíduos vegetais, por exemplo, para o enriquecimento nutricional e energético de novas formulações alimentícias.

REFERENCIAS

- ABIP – Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria. **Indicadores da Panificação e Confeitaria Brasileira**. 2020. Disponível em: <https://www.abip.org.br/site/indicadores-da-panificacao-e-confeitaria-em-2020/>. Acesso em: 25 de setembro de 2022.
- ABU, J. O. *et al.* Functional properties of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) flours and pastes as affected by γ -irradiation. **Food Chemistry**, v. 93, n. 1, p. 103-111, 2005.
- AGOSTONI, C.; MORENO, L.; SHAMIR, R. Palmitic acid and health: Introduction. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 56, n. 12, p. 1941-1942, 2016.
- AGUILERA, Y. *et al.* Bioactive phenolic compounds and functional properties of dehydrated bean flours. **Food Research International**, v. 44, n. 3, p. 774-780, 2011.
- ALBUQUERQUE, B. R. *et al.* Phenolic compounds: Current industrial applications, limitations and future challenges. **Food & function**, v. 12, n. 1, p. 14-29, 2021.
- ALU'DATT, M. H. *et al.* A review of phenolic compounds in oil-bearing plants: Distribution, identification and occurrence of phenolic compounds. **Food chemistry**, v. 218, p. 99-106, 2017.
- ANDERSON, R. A. Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion-cooking. *J. Cereal. Sci.*, v. 14, p. 4-7, 1969.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. **Aprova o Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais**, Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 18th. Ed. AOAC, Arlington, VA, 2005.
- AOCS. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemist' Society, 5ª ed. AOCS, Champaign, 2004.
- APAK, R. *et al.* Antioxidant activity/capacity measurement. 1. Classification, physicochemical principles, mechanisms, and electron transfer (ET)-based assays. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 64, n. 5, p. 997-1027, 2016.

- APONTE, M. BOSCAINO, F.; SORRENTINO, A.; COPPOLA, R.; MASI, P.; ROMANO, A. Effects of fermentation and rye flour on microstructure and volatile compounds of chestnut flour based sourdoughs. **LWT-Food Science and Technology**, v. 58, n. 2, p. 387-395, 2014.
- ARRUDA, H. S.; ARAÚJO, M. V. L.; JUNIOR, M. R. M. Underexploited Brazilian cerrado fruits as sources of phenolic compounds for diseases management: A review. **Food Chemistry: Molecular Sciences**, p. 100148, 2022.
- ATUNGULU, G. G. *et al.* Postharvest technology: Rice storage and cooling conservation. In: **Rice**. AACC International Press, 2019. p. 517-555.
- BABU, A. K. *et al.* Review of leaf drying: Mechanism and influencing parameters, drying methods, nutrient preservation, and mathematical models. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 90, p. 536-556, 2018.
- BARBOSA, LCDA. Espectroscopia no Infravermelho na caracterização de compostos orgânicos. Viçosa: UFV, 2007. 189 p. **ANEXOS A2. Espectros de RMN de ¹³C das amostras de ácido naftênico A**, v. 3.
- BARBOZA, N. L. *et al.* Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.): An Amazonian fruit with potential health benefits. **Food Research International**, p. 111654, 2022.
- BARNOKHON, S.; NAZIRA, U.; AZIZA, M. The importance of enrichment of bakery products with vitamins and minerals on human health. **International Journal of Advance Scientific Research**, v. 2, n. 04, p. 34-42, 2022.
- BARRETO, H. F. M. *et al.* Uso de coprodutos de frutas tropicais na alimentação de ovinos no semiárido do Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 63, n. 241, p. 117-131, 2014.
- BATAGLION, G. A. *et al.* Bioactive compounds of buriti fruit (*Mauritia flexuosa* Lf). **Bioactive compounds in underutilized fruits and nuts**, p. 411-436, 2020.
- BAUM, A. *et al.* Prediction of pectin yield and quality by FTIR and carbohydrate microarray analysis. **Food and Bioprocess Technology**, v. 10, n. 1, p. 143-154, 2017.
- BECKER, F. S. *et al.* Incorporation of buriti endocarp flour in gluten-free whole cookies as potential source of dietary fiber. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 69, p. 344-350, 2014.

- BEKELE, M. *et al.* Screening of Ethiopian mango cultivars for suitability for preparing jam and determination of pectin, sugar, and acid effects on physico-chemical and sensory properties of mango jam. **Scientific African**, v. 7, p. e00277, 2020.
- BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. **Analytical biochemistry**, v. 239, n. 1, p. 70-76, 1996.
- BERNI, P. *et al.* Characterization of the behavior of carotenoids from pitanga (*Eugenia uniflora*) and buriti (*Mauritia flexuosa*) during microemulsion production and in a dynamic gastrointestinal system. **Journal of Food Science and Technology**, v. 57, p. 650-662, 2020.
- BERTO, A. *et al.* Proximate compositions, mineral contents and fatty acid compositions of native Amazonian fruits. **Food Research International**, v. 77, p. 441-449, 2015.
- BETTA, F. D. *et al.* Phenolic compounds determined by LC-MS/MS and in vitro antioxidant capacity of Brazilian fruits in two edible ripening stages. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 73, p. 302-307, 2018.
- BIN-JUMAH, M. *et al.* Application of Carotenoids in Cosmetics. **Carotenoids: Structure and Function in the Human Body**, p. 747-756, 2021.
- BIRKOVÁ, A. *et al.* Caffeic acid: A brief overview of its presence, metabolism, and bioactivity. **Bioactive Compounds in Health and Disease**, v. 3, n. 4, p. 74-81, 2020.
- BOEING, J. S. *et al.* Phenolic compounds from *Butia odorata* (Barb. Rodr.) noblick fruit and its antioxidant and antitumor activities. **Food Analytical Methods**, v. 13, p. 61-68, 2020.
- BONAZZI, C.; DUMOULIN, E. Quality changes in food materials as influenced by drying processes. **Modern drying technology**, v. 3, p. 1-20, 2011.
- BORGONOV, T. F. *et al.* *Lacticaseibacillus casei* SJP38 and buriti pulp increased bioactive compounds and probiotic potential of fermented milk. **LWT - Food Science and Technology**, v. 143, p. 111124, 2021.
- BOYE, J. I.; ARCAND, Y. Current trends in green technologies in food production and processing. **Food Engineering Reviews**, v. 5, n. 1, p. 1-17, 2013.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, jan. 1995.

BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. **Aprova o regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar** (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 16 dez, 1998. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 16 de dezembro de 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2005.

BRASIL. **Produção de Nacional de Buriti**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/buriti/br>> acesso em: 10 de janeiro de 2024.

BRASIL. Resolução ANVS/MS nº. 263, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 set. 2005b. Seção 1.

BRITO, L. P. S. *et al.* Reutilização de resíduos regionais como substratos na produção de mudas de cultivares de alface a partir de sementes com e sem peletização. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 116, 2017.

BRITTON, G.; KHACHIK, F. Carotenoids in food. In: **Carotenoids: Volume 5: Nutrition and Health**. Basel: Birkhäuser Basel, 2009. p. 45-66.

BUTNARIU, M.; BUTU, A. Biotechnology of flavored or special wines. In: **Biotechnological progress and beverage consumption**. Academic Press, 2020. p. 253-282.

CAMPOS, R. P. *et al.* Elaboração e Caracterização de Farinha da Casca de Pequi. **Cadernos de Agroecologia**, v. 11, n. 2, 2016.

CÂNDIDO, T. L. N. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacity of buriti (*Mauritia flexuosa* Lf) from the Cerrado and Amazon biomes. **Food Chemistry**, v. 177, p. 313-319, 2015.

CANGUSSU, L. B. *et al.* Chemical Characterization and Bioaccessibility Assessment of Bioactive Compounds from Umbu (*Spondias tuberosa* A.) Fruit Peel and Pulp Flours. **Foods**, v. 10, n. 11, p. 2597, 2021.

CAVALCANTI, T. G. *et al.* Use of agro-industrial waste in the removal of phenanthrene and pyrene by microbial consortia in soil. **Waste and Biomass Valorization**, v. 10, n. 1, p. 205-214, 2019.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de Secagem de Alimentos**. Embrapa Cerrados. Planaltina, DF. 2010.

CHANDI, G. K.; SOGI, D. S. Functional properties of rice bran protein concentrates. **Journal of food Engineering**, v. 79, n. 2, p. 592-597, 2007.

CHEN, Q. H. *et al.* Beta-carotene and its protective effect on gastric cancer. **World Journal of Clinical Cases**, v. 9, n. 23, p. 6591, 2021.

CHEN, Y.; MARTYNENKO, A. Computer vision for real-time measurements of shrinkage and color changes in blueberry convective drying. **Drying Technology**, v. 31, n. 10, p. 1114-1123, 2013.

CHOJNACKA, K.; MOUSTAKAS, K.; MIKULEWICZ, M. Valorisation of agri-food waste to fertilisers is a challenge in implementing the circular economy concept in practice. **Environmental Pollution**, v. 312, p. 119906, 2022.

CLERICI, M. T. P. S.; SILVA, L. B. C. Nutritional bioactive compounds and technological aspects of minor fruits grown in Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1658-1670, 2011.

CONSUMI, M. *et al.* Analytical composition of flours through thermogravimetric and rheological combined methods. **Thermochimica Acta**, v. 711, p. 179204, 2022.

COPETTI, C. L. K. *et al.* Acute effect of juçara juice (*Euterpe edulis* Martius) on oxidative stress biomarkers and fatigue in a high-intensity interval training session: A single-blind cross-over randomized study. **Journal of Functional Foods**, v. 67, p. 103835, 2020.

DAKER, M. *et al.* Antioxidant from maize and maize fermented by *Marasmiellus* sp. as stabilizer of lipid-rich foods. **Food Chemistry**, v. 107, n. 3, p. 1092-1098, 2008.

DU, B. *et al.* Environmental contamination and health risk assessment to toxic elements in an active lead–zinc mining area. **Exposure and Health**, v. 15, n. 3, p. 687-698, 2023.

EBADI, M. *et al.* Health Benefits of Beta-Carotene. In: **Handbook of Food Bioactive Ingredients: Properties and Applications**. Cham: Springer International Publishing, 2023. p. 1-26.

EVERETTE, J. D. *et al.* Thorough study of reactivity of various compound classes toward the Folin– Ciocalteu reagent. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 58, n. 14, p. 8139-8144, 2010.

FALCÃO, H. A. S. *et al.* Armazenamento de variedades de bananas em condições de atmosfera modificada com permanganato de potássio. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 4, p. 1-7, 2017.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Fats and fatty acids in human nutrition**. Report of an expert consultation. 1, 10-14. 2008.

FARIAS, T. R. B.; SANCHES, N. B.; PETRUS, R. R. The amazing native Brazilian fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1-18, 2023.

FAVA, F. *et al.* New advances in the integrated management of food processing by-products in Europe: sustainable exploitation of fruit and cereal processing by-products with the production of new food products (NAMASTE EU). **New biotechnology**, v. 30, n. 6, p. 647-655, 2013.

FIDELES, M. C. **Modificação física de farinha de araruta para aplicação em massa alimentícia enriquecida com coprodutos agroindustriais**. 2018. 130. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

FLOEGEL, A. *et al.* Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. **Journal of food composition and analysis**, v. 24, n. 7, p. 1043-1048, 2011.

FU, C. *et al.* From starch to carbonaceous foam: The effects of structure and conformation of the feedstock. **Journal of analytical and applied pyrolysis**, v. 149, p. 104858, 2020.

GOLDONI, J. *et al.* Physicochemical characterization of fruits of *Campomanesia guazumifolia* (Cambess.) O. Berg (Myrtaceae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 41, p. 45923, 2019.

GOMES, C. *et al.* Benefits and risks of clays and clay minerals to human health from ancestral to current times: a synoptic overview. **Clays and Clay Minerals**, v. 69, n. 5, p. 612-632, 2021.

GORINSTEIN, S. *et al.* Use of scanning electron microscopy to indicate the similarities and differences in pseudocereal and cereal proteins. **International journal of food science & technology**, v. 39, n. 2, p. 183-189, 2004.

GRANATO, D. *et al.* Chemical perspective and criticism on selected analytical methods used to estimate the total content of phenolic compounds in food matrices. **TrAC - Trends in Analytical Chemistry**, v. 80, 2016.

GRANATO, D.; KARNOPP, A. R.; VAN RUTH, S. M. Characterization and comparison of phenolic composition, antioxidant capacity and instrumental taste profile of juices from different botanical origins. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 10, p. 1997–2006, 2015.

GULCIN, I. Antioxidants and antioxidant methods: An updated overview. **Archives of toxicology**, v. 94, n. 3, p. 651-715, 2020.

HARTMAN, L.; LAGO, R.C.A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v.22, n.8, p.475-476, 1973.

HASMADI, M. *et al.* Functional properties of composite flour: A review. **Food Research**, v. 4, n. 6, p. 1820-1831, 2020.

HERALD, T. J.; GADGIL, P.; TILLEY, M. High-throughput micro plate assays for screening flavonoid content and DPPH-scavenging activity in sorghum bran and flour. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, n. 11, p. 2326-2331, 2012.

HOFMAN, D. L.; VAN BUUL, V. J.; BROUNS, F. J. P. H. Nutrition, health, and regulatory aspects of digestible maltodextrins. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 56, n. 12, p. 2091-2100, 2016.

HOLESH, J. E.; ASLAM, S.; MARTIN, A. Physiology, carbohydrates. In: **StatPearls [Internet]**. StatPearls Publishing, 2023.

HORSZWALD, A.; ANDLAUER, W. Characterization of bioactive compounds in berry juices by traditional photometric and modern microplate methods. **Journal of Berry Research**, v. 1, n. 4, p. 189–199, 2011.

IBGE - Instituto brasileiro de geografia e estatística (IBGE). **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola** – LSPA/NOV 2019.

- JANGAM, S. V. An overview of recent developments and some R&D challenges related to drying of foods. **Drying Technology**, v. 29, n. 12, p. 1343-1357, 2011.
- JOARDDER, M. U. H *et al.* Food preservation techniques in developing countries. **Food preservation in developing countries: Challenges and solutions**, p. 67-125, 2019.
- JOARDDER, M. U. H; AKRAM, W.; KARIM, A. **Heat and Mass Transfer Modelling During Drying: Empirical to Multiscale Approaches**. CRC Press, 2021.
- JOMOVA, K. *et al.* Reactive oxygen species, toxicity, oxidative stress, and antioxidants: Chronic diseases and aging. **Archives of toxicology**, v. 97, n. 10, p. 2499-2574, 2023.
- KADAR, N. N. M. A. *et al.* Caffeic acid on metabolic syndrome: a review. **Molecules**, v. 26, n. 18, p. 5490, 2021.
- KAPARAPU, J.; PRAGADA, P. M.; GEDDADA, M. N. R. Fruits and vegetables and its nutritional benefits. **Functional Foods and Nutraceuticals: Bioactive Components, Formulations and Innovations**, p. 241-260, 2020.
- KUMAR, C.; KARIM, M. A. Microwave-convective drying of food materials: A critical review. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 59, n. 3, p. 379-394, 2019.
- KUMAR, D. A; SUCHARITHA, K. V. 2018. Assay of valuable componentes in by-products of mango industry in Chittoor district, Andhara Pradesh. **International Journal of Food Science and Nutrition**. v. 3, p. 56-59. 2018;
- LAMOTHE, L. M. *et al.* The scientific basis for healthful carbohydrate profile. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 59, n. 7, p. 1058-1070, 2019.
- LEMOS, D. M. *et al.* Elaboration and characterization of jabuticaba and acerola prebiotic jelly. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, 2019.,
- LEONARSKI, E. **Otimização de geleia de guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) adicionada de prebiótico**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) Universidade Federal da Fronteira do Sul, Laranjeiras do Sul, 2017.
- LEONE, G. *et al.* Alginate–gelatin formulation to modify lovastatin release profile from red yeast rice for hypercholesterolemia therapy. **Therapeutic Delivery**, v. 8, n. 10, p. 843-854, 2017.

- LIANG, Y. *et al.* The neuroprotective and antidiabetic effects of trigonelline: A review of signaling pathways and molecular mechanisms. **Biochimie**, v. 206, p. 93-104, 2023.
- LIMA, J. S. S. *et al.* Physicochemical properties of gabirola (*Campomanesia lineatifolia*) and myrtle (*Blepharocalyx salicifolius*) native to the mountainous region of Ibiapaba-CE, Brazil. **Revista Caatinga**, v. 29, p. 753-757, 2016.
- LIU, L. *et al.* Trigonelline inhibits caspase 3 to protect β cells apoptosis in streptozotocin-induced type 1 diabetic mice. **European Journal of Pharmacology**, v. 836, p. 115-121, 2018.
- LU, K. *et al.* Association between serum iron, blood lead, cadmium, mercury, selenium, manganese and low cognitive performance in old adults from National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES): a cross-sectional study. **British Journal of Nutrition**, p. 1-11, 2023.
- MAHJOUR, B.; DOMSCHEIT, E. Chances and challenges of an organic waste-based bioeconomy. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, v. 25, p. 100388, 2020.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C. OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS. Acesso em: 17 jan. 2024, 1997.
- MANCINI, A. *et al.* Biological and nutritional properties of palm oil and palmitic acid: effects on health. **Molecules**, v. 20, n. 9, p. 17339-17361, 2015.
- MARAN, J. P; PRIYA, B. Ultrasound-assisted extraction of polysaccharide from *Nephelium lappaceum* L. fruit peel. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 70, p. 530-536, 2014.
- MARGRAF, T. *et al.* Comparison between Folin-Ciocalteu and Prussian Blue Assays to Estimate the Total Phenolic Content of Juices and Teas Using 96-Well Microplates. **Journal of Food Science**, v. 80, n. 11, p. C2397– C2403, 2015.
- MARGRAF, T. *et al.* Effects of geographical origin, variety and farming system on the chemical markers and in vitro antioxidant capacity of Brazilian purple grape juices. **Food Research International**, v. 82, p. 145–155, 2016.
- MARTÍNEZ-BALLESTA, M. C. *et al.* Minerals in plant food: effect of agricultural practices and role in human health. A review. **Agronomy for sustainable development**, v. 30, n. 2, p. 295-309, 2010.

- MATTA, F. V. *et al.* Chemical composition and bioactive properties of commercial and non-commercial purple and white açai berries. **Foods**, v. 9, n. 10, p. 1481, 2020.
- MELO, W. S. 2008. Avaliação Tecnológica da Potencialidade do fruto Buriti (*Mauritia flexuosa*). Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Pará. 2008.
- MÉRIDAS, S. O. *et al.* Agricultural residues as a source of bioactive natural products. **Phytochemistry reviews**, v. 11, n. 4, p. 447-466, 2012.
- MORAIS, R. A. *et al.* Comprehensive evaluation of the chemical profile and antioxidant potential of buritirana (*Mauritiella armata*) an underexplored fruit from Brazilian Cerrado. **Food Research International**, p. 113945, 2024.
- MORAIS, R. A. *et al.* Caracterização Química, física e tecnológica da farinha obtida a partir da casca de Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.). **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 11, p. 23307-23322, 2019.
- MORAIS, R. A. *et al.* Determinação dos compostos fenólicos totais em cascas de frutas encontradas no cerrado brasileiro. **DESAFIOS-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 7, n. Especial, p. 26-33, 2020.
- MORAIS, R. A. *et al.* Nutritional Composition and Bioactive Compounds of Native Brazilian Fruits of the Arecaceae Family and Its Potential Applications for Health Promotion. **Nutrients**, v. 14, n. 19, p. 4009, 2022.
- MOSER, P. *et al.* Buriti oil microencapsulation in chickpea protein-pectin matrix as affected by spray drying parameters. **Food and Bioproducts Processing**, v. 117, p. 183-193, 2019.
- MOSES, J. A. *et al.* Novel drying techniques for the food industry. **Food Engineering Reviews**, v. 6, p. 43-55, 2014.
- MUDGIL, D.; BARAK, S. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review. **International journal of biological macromolecules**, v. 61, p. 1-6, 2013.
- MUNTEANU, I. G.; APETREI, C. Analytical methods used in determining antioxidant activity: A review. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, n. 7, p. 3380, 2021.

MUSHTAQ, M. *et al.* Use of pomegranate peel extract incorporated zein film with improved properties for prolonged shelf life of fresh Himalayan cheese (Kalari/kradi). **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 48, p. 25-32, 2018.

MWAURAH, P. W. *et al.* Physicochemical characteristics, bioactive compounds and industrial applications of mango kernel and its products: A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 19, n. 5, p. 2421-2446, 2020.

NABI, F. *et al.* Health benefits of carotenoids and potential application in poultry industry: A review. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 104, n. 6, p. 1809-1818, 2020.

NANDA, P. K. *et al.* Nutritional aspects, flavor profile and health benefits of crab meat based novel food products and valorization of processing waste to wealth: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 112, p. 252-267, 2021.

NEMETH, E.; GANZ, T. Hepcidin and iron in health and disease. **Annual review of medicine**, v. 74, p. 261-277, 2023.

OKEZIE, B. O.; BELLO, A. B. Physicochemical and functional properties of winged bean flour and isolate compared with soy isolate. *Journal of Food science*, v. 53, n. 2, p. 450-454, 1988.

OMENA, C. M. B. *et al.* Antioxidant, anti-acetylcholinesterase and cytotoxic activities of ethanol extracts of peel, pulp and seeds of exotic Brazilian fruits: antioxidant, anti-acetylcholinesterase and cytotoxic activities in fruits. **Food Research International**, v. 49, n. 1, p. 334-344, 2012.

ORTIZ, D. W. **Cascas de Frutas: estudo das propriedades nutricionais e tecnológicas**. 2016. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Goiás. Cidade de Goiás, GO.

OZKAN, G. *et al.* A review of microencapsulation methods for food antioxidants: Principles, advantages, drawbacks and applications. **Food chemistry**, v. 272, p. 494-506, 2019.

PAGANO, I. *et al.* Green non-conventional techniques for the extraction of polyphenols from agricultural food by-products: A review. **Journal of Chromatography A**, v. 1651, p. 462295, 2021.

PANDISELVAM, R. *et al.* Advanced osmotic dehydration techniques combined with emerging drying methods for sustainable food production: Impact on bioactive components, texture,

color, and sensory properties of food. **Journal of Texture Studies**, v. 53, n. 6, p. 737-762, 2022.

PANICO, R.; POWELL, W. H.; RICHER, J. C. **A guide to IUPAC Nomenclature of Organic Compounds**. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1993.

PARAFATI, L. *et al.* Characterization of prickly pear peel flour as a bioactive and functional ingredient in bread preparation. **Foods**, v. 9, n. 9, p. 1189, 2020.

PAULL, Robert E.; DUARTE, Odilo. **Tropical fruits**. CABI, 2011.

PAZ, F. S. *et al.* Edible fruit plant species in the Amazon forest rely mostly on bees and beetles as pollinators. **Journal of economic entomology**, v. 114, n. 2, p. 710-722, 2021.

PEISINO, M. C. O. *et al.* Health-promoting properties of Brazilian unconventional food plants. **Waste and Biomass Valorization**, v. 11, n. 9, p. 4691-4700, 2020.

PEREIRA, A. L.; PEREIRA, S. R. A cadeia de logística reversa de resíduos de serviços de saúde dos hospitais públicos de Minas Gerais: Análise a partir dos conceitos da nova Política Nacional de Resíduos Sólidos Urbanos. **Desenvolvimento e Meio ambientes**. n. 24, p. 185-199. 2011.

POP, M. S. *et al.* Exploring the Potential Benefits of Natural Calcium-Rich Mineral Waters for Health and Wellness: A Systematic Review. **Nutrients**, v. 15, n. 14, p. 3126, 2023.

PORTE, A. *et al.* Propriedades funcionais tecnológicas das farinhas de sementes de mamão (*Carica papaya*) e de abóbora (*Cucurbita* sp). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, n. 1, p. 91-96, 2011.

PRIETO, P.; PINEDA, M.; AGUILAR, M. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. **Analytical biochemistry**, v. 269, n. 2, p. 337-341, 1999. <https://doi.org/10.1006/abio.1999.4019>

QI, X.; TESTER, R. F. Lactose, maltose, and sucrose in health and disease. **Molecular nutrition & food research**, v. 64, n. 8, p. 1901082, 2020.

QIU, L. *et al.* Innovative technologies for producing and preserving intermediate moisture foods: A review. **Food research international**, v. 116, p. 90-102, 2019.

RAHMAN, M. S.; PERERA, C O. Drying and food preservation. In: **Handbook of food preservation**. CRC press, 2007. p. 421-450.

- RAMESH, R.; ROSELL, C. M. **Microbial enzyme technology in food applications**. Boca Raton. 2017.
- RESENDE, L. M.; *et al.* Buriti (*Mauritia flexuosa*) fruit by-products flours: Evaluation as source of dietary fibers and natural antioxidants. **Food chemistry**, v. 270, p. 53-60, 2019.
- RESENDE, L. M.; OLIVEIRA, L. S.; FRANCA, A. S. Characterization of jabuticaba (*Plinia cauliflora*) peel flours and prediction of compounds by FTIR analysis. **LWT**, v. 133, p. 110135, 2020.
- REZAIRE, A. *et al.* Amazonian palm *Oenocarpus bataua* (“patawa”): Chemical and biological antioxidant activity–Phytochemical composition. **Food chemistry**, v. 149, p. 62-70, 2014.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. *et al.* A guide to carotenoid analysis in foods. Washington: ILSI press, 2001.
- ROESLER, R. *et al.* Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Food Science and Technology**, v. 27, p. 53-60, 2007.
- RUDKE, A. R. *et al.* Optimization of green PLE method applied for the recovery of antioxidant compounds from buriti (*Mauritia flexuosa*) shell. **Food chemistry**, v. 298, p. 125061, 2019.
- RUFINO, M. D. S. M. *et al.* Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS^{o+}. **Embrapa Agroindústria Tropical- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**. Comunidade tecnico 128, 2007a.
- RUFINO, M. S. M. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.
- SAGAR, N. A. *et al.* Fruit and vegetable waste: Bioactive compounds, their extraction, and possible utilization. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 17, n. 3, p. 512-531, 2018.
- SÁNCHEZ, N. S. F. *et al.* Antioxidant compounds and their antioxidant mechanism. **Antioxidants**, v. 10, p. 1-29, 2019.
- SANDRI, D. O. *et al.* Antioxidant activity and physicochemical characteristics of buriti pulp (*Mauritia flexuosa*) collected in the city of Diamantino–MTS. **Revista Brasileira de fruticultura**, v. 39, 2017.

- SANTANA, M. G. *et al.* A review of in vitro methods to evaluate the bioaccessibility of phenolic compounds in tropical fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1-11, 2022.
- SCHIASSI, M. C. E. V. *et al.* Fruits from the Brazilian Cerrado region: Physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. **Food chemistry**, v. 245, p. 305-311, 2018.
- SCHMIDT, H. H. H. W. *et al.* Antioxidants in translational medicine. **Antioxidants & redox signaling**, v. 23, n. 14, p. 1130-1143, 2015.
- SEBRAE. **Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas Bahia**. Indústria: *Panificação*. Salvador, 2017.
- SEZGIN-BAYINDIR, Z. *et al.* Innovative delivery and release systems for antioxidants and other active substances in the treatment of cancer. **Pharmaceuticals**, v. 16, n. 7, p. 1038, 2023.
- SHAHIDI, F. *et al.* Phenolic compounds in agri-food by-products, their bioavailability and health effects. **Food Bioact**, v. 5, n. 1, p. 57-119, 2019.
- SHARMA, V.; BHARDWAJ, A. Scanning electron microscopy (SEM) in food quality evaluation. In: Evaluation technologies for food quality. Woodhead Publishing, 2019. p. 743-761.
- SILVA, A. *et al.* Phenolic compounds classification and their distribution in winemaking by-products. **European Food Research and Technology**, v. 249, n. 2, p. 207-239, 2023.
- SILVA, C. S. *et al.* Trace minerals in human health: Iron, zinc, copper, manganese and fluorine. **International Journal of Science and Research Methodology**, v. 13, n. 3, p. 57-80, 2019.
- SILVA, J. S. *et al.* Effect of drying on nutritional composition, antioxidant capacity and bioactive compounds of fruits co-products. **Food Science and Technology**, v. 40, p. 810-816, 2020.
- SILVA, N. R. R. N.; CAVALCANTE, R. B. M.; SILVA, F. A. Nutritional properties of Buriti (*Mauritia flexuosa*) and health benefits. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 117, p. 105092, 2023.

SINGLETON, V. L., ROSSI, J. A., J. R. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagent. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144–158, 1965.

SORIA-RUIZ, J. *et al.* Agriculture in Latin America: Recent Advances and Food Demands by 2050. **Information and Communication Technologies for Agriculture—Theme IV: Actions**, p. 139-154, 2022.

SOSINSKI J. R., Ênio Egon *et al.* On the ecological recognition of Butia palm groves as integral ecosystems: Why do we need to widen the legal protection and the in situ/on-farm conservation approaches? **Land Use Policy**, v. 81, p. 124-130, 2019.

SOUSA, H. M. S. *et al.* Exploration of the chemical characteristics and bioactive and antioxidant potential of tucumã (*Astrocaryum vulgare*), peach palm (*Bactris gasipaes*), and bacupari (*Garcinia gardneriana*) native Brazilian fruits. **Biomass Conversion and Biorefinery**, p. 1-14, 2023.

SOUZA, F. G. *et al.* Brazilian fruits of Arecaceae family: An overview of some representatives with promising food, therapeutic and industrial applications. **Food Research International**, v. 138, p. 109690, dez. 2020.

SRINIVASULU, C. *et al.* Syringic acid (SA)—a review of its occurrence, biosynthesis, pharmacological and industrial importance. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 108, p. 547-557, 2018.

TEIXEIRA, N. *et al.* Edible fruits from Brazilian biodiversity: A review on their sensorial characteristics versus bioactivity as tool to select research. **Food research international**, v. 119, p. 325-348, 2019.

TESHOME, E. *et al.* Fruit By-Products and Their Industrial Applications for Nutritional Benefits and Health Promotion: A Comprehensive Review. **Sustainability**, v. 15, n. 10, p. 7840, 2023.

TIAN, T. *et al.* Pathomechanisms of oxidative stress in inflammatory bowel disease and potential antioxidant therapies. **Oxidative medicine and cellular longevity**, v. 2017, 2017.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food chemistry**, v. 111, n. 4, p. 816-823, 2008.

- VO, Q. V. *et al.* Theoretical and experimental studies of the antioxidant and antinitrosant activity of syringic acid. **The Journal of Organic Chemistry**, v. 85, n. 23, p. 15514-15520, 2020.
- VUOLO, M. M.; LIMA, V. S.; MARÓSTICA, M. R. J. Phenolic compounds: Structure, classification, and antioxidant power. In: **Bioactive compounds**. Woodhead Publishing, 2019. p. 33-50.
- WANG, L. *et al.* Analysis of reducing sugars, organic acids and minerals in 15 cultivars of jujube (*Ziziphus jujuba* mill.) fruits in China. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 73, p. 10-16, 2018.
- WANG, Y. *et al.* Aroma enhancement of blueberry wine by postharvest partial dehydration of blueberries. **Food Chemistry**, p. 136593, 2023.
- WOISKY, R. G.; SALATINO, A. Analysis of propolis: some parameters and procedures for chemical quality control. **J. Apic. Res.**; v. 37, pp. 99-105, 1998.
- XU, B. *et al.* Recent development in high quality drying of fruits and vegetables assisted by ultrasound: A review. **Food Research International**, v. 152, p. 110744, 2022.
- YERMAKOV, A. I.; ARASIMOV, V. V.; YAROSH, N. P. Methods of biochemical analysis of plants. In: **Leningrad: Agropromizdat**. p. 122–142.
- ZEHIROGLU, C.; OZTURK SARIKAYA, S. B. The importance of antioxidants and place in today's scientific and technological studies. **Journal of food science and technology**, v. 56, p. 4757-4774, 2019.
- ZHANG, H.; TSAO, R. Dietary polyphenols, oxidative stress and antioxidant and anti-inflammatory effects. **Current Opinion in Food Science**, v. 8, p. 33-42, 2016.
- ZHU, R. *et al.* Dehydration of apple slices by sequential drying pretreatments and airborne ultrasound-assisted air drying: Study on mass transfer, profiles of phenolics and organic acids and PPO activity. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 75, p. 102871, 2022.
- ZUIN, V. G. *et al.* Towards a green and sustainable fruit waste valorization model in Brazil: optimization of homogenizer-assisted extraction of bioactive compounds from mango waste using a response surface methodology. **Pure and Applied Chemistry**, v. 92, n. 4, p. 617-629, 2020.

