



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

FRANCISCO DOUGLAS DIAS BARROS

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E TECNOLÓGICA DO CAMBUCÁ DO SERTÃO (*Myrciaria pilosa*): aplicação de seus coprodutos em cupcakes**

Recife

2025

FRANCISCO DOUGLAS DIAS BARROS

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E TECNOLÓGICA DO CAMBUCÁ DO SERTÃO (*Myrciaria pilosa*): aplicação de seus coprodutos em cupcakes**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de mestre em Nutrição na Área de concentração: Pesquisa básica e tecnológica aplicada a alimentos e nutrição.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Patrícia Moreira Azoubel

Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Christine Lamenha Luna Finkler

Recife

2025

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Barros, Francisco Douglas Dias.

Caracterização físico-química e tecnológica do cambucá de sertão (*Myrciaria pilosa*): aplicação de seus coprodutos em cupcakes / Francisco Douglas Dias Barros. - Recife, 2025.

54f.: il.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde - CCS, Programa de Pós-Graduação em Nutrição, 2025.

Orientação: Patrícia Moreira Azoubel.

Coorientação: Christine Lamenha Luna Finkler.

1. Fruta; 2. Myrtaceae; 3. Composição de alimentos; 4. Aproveitamento integral dos alimentos. I. Azoubel, Patrícia Moreira. II. Finkler, Christine Lamenha Luna. III. Título.

UFPE-Biblioteca Central

FRANCISCO DOUGLAS DIAS BARROS

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E TECNOLÓGICA DO CAMBUCÁ DO SERTÃO (*Myrciaria pilosa*): aplicação de seus coprodutos em cupcakes**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, na área de concentração: Pesquisa básica e tecnológica aplicada a alimentos e nutrição , como requisito para obtenção do título de Mestre em Nutrição.

Aprovado em: 18/03/2025.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Thayza Christina Montenegro Stamford (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

---

Prof. Dr. Leandro Finkler (Examinador Externo ao programa)  
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/CAV

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Gerlane Souza de Lima (Examinador Externo)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco -UFRPE

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, na pessoa de Jesus, por ter me permitido cultivar este sonho e a graça de realizá-lo.

A Maria, mãe de Jesus, companheira nossa, pelo conforto espiritual nesta caminhada: “Não estou eu aqui, que sou sua mãe?”

A minha mãe Neusa e minha irmã Maria Fernanda, as únicas que me apoiaram na proposta de pelejar por mais um título, a mudar de cidade, a recomeçar... Também ao meu pai Deusimar e aos meus irmãos Arlindo e João Pedro, por me assistirem durante neste processo.

As minhas amigas Jucianne Lobato, Danielle, Tamiris, Irlândio e Aureni que dividiram comigo as experiências e os desafios deste projeto, me auxiliando e ajudando a torná-lo viável: “Como o ferro com o ferro se afia, assim, o homem, ao seu amigo” Provérbios 27:17.

Aos amigos que fiz na Casa Poloni, sob a coordenação da Januária e Edilma, pela acolhida na cidade do Recife, pela companhia nesta jornada e pelas relações fraternas que construímos nestes anos.

A minha profunda gratidão a Prof<sup>a</sup> Dra. Patrícia Azoubel, minha orientadora, pela gentileza da paciência e por me guiar neste ciclo formativo. Por ter abraçado as minhas ideias e ter me dado a liberdade de pesquisar o tema que propus. A Prof<sup>a</sup> Dra. Christine Luna, que me auxiliou na coorientação e me fez experimentar os desafios do laboratório e da lisura no trato do fazer ciência.

Aos amigos Idelva Martins, Camila Martins, Seu Osvaldo do Buriti, Weltin e Samara, que muito me ajudaram a aquisição das frutas do cambucá do sertão.

Ao Técnico Camilo e a equipe do LEAAL-UFPE, pelas aulas e pelo compromisso em colaborar na realização das análises.

Aos estimados profissionais que avaliaram este trabalho, pela disponibilidade e amor pelo saber e pelo progresso da ciência.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES, pelo apoio e fomento à pesquisa científica e ao desenvolvimento regional, bem como ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição da UFPE.

*“E haverá ‘espetáculo’ mais lindo do que ter o que comer?”*

Carolina Maria de Jesus

## RESUMO

O Brasil abriga uma rica diversidade de frutas nativas, especialmente em biomas como a Caatinga. Apesar de seu potencial nutricional e econômico, esses frutos carecem de estudos sobre composição, propriedades e aplicações, o que limita seu aproveitamento industrial, mercadológico e no impacto para o desenvolvimento sustentável, como é o caso do Cambucá do Sertão (*Myrciaria pilosa*). O trabalho buscou caracterizar o fruto e os coprodutos do cambucá do sertão e analisar a sua aplicação tecnológica em cupcakes. Os frutos foram avaliados quanto às suas características físicas, enquanto a polpa e os coprodutos (pele e sementes) foram analisados quanto à composição centesimal. Os coprodutos úmidos foram transformados em farinha para a aplicação em três formulações de cupcakes (0, 10% e 20% de substituição parcial de farinha de trigo). Os produtos elaborados, farinha e cupcakes, foram analisados quanto à composição centesimal, incluindo a granulometria da farinha, além da cor e textura dos panificados. A biometria dos frutos mostrou que eles possuíam cerca de  $2,23 \pm 0,06$  cm com aproximadamente  $5,40 \pm 1.53$  g, contendo de uma a duas sementes, a depender do seu tamanho. A polpa do fruto apresentou teor de umidade de  $88,2 \pm 0,08$  kg água/kg amostra,  $10,85 \pm 0,01$  g de carboidratos,  $0,40 \pm 0,01$  g de proteínas e ausência de gorduras. O valor calórico foi estimado em 45,55 kcal/100 g. Os coprodutos (pele e sementes) foram transformados em farinha, obtendo 57% de rendimento em relação ao produto úmido. Foi obtido  $72,28 \pm 0,01$  g de carboidratos,  $4,03 \pm 0,01$  g de proteína e  $1,78 \pm 0,01$  g de lipídios. O conteúdo de cinzas foi de  $1,63 \pm 0,08$  g com o conteúdo calórico de  $321,26 \pm 0,01$  kcal. A farinha foi aplicada na elaboração de cupcakes com três formulações (0, 10 e 20% de substituição parcial de farinha de trigo). A farinha alterou algumas características nutricionais dos produtos panificados, como a diminuição progressiva do valor calórico das formulações. A substituição de farinha de trigo pela farinha dos coprodutos modificou os parâmetros de luminosidade ( $L^*$ ) e vermelho e amarelo ( $a^*$  e  $b^*$ ) dos cupcakes, não havendo diferença significativa ( $p < 0,05$ ) com 10% e 20% de substituição para estes últimos dois parâmetros. Além disso, a textura foi alterada com o aumento da substituição, conferindo uma maior umidade e mastigabilidade a esses produtos. Assim, é necessário explorar cada vez mais o potencial alimentício e biotecnológico deste fruto, incluindo a investigação do perfil fitoquímico a fim de que possa ser inserido nas dietas, além de utilizado pelas indústrias de alimentos e medicamentos.

**Palavras-chave:** Fruta; *Myrtaceae*; Composição de alimentos; Aproveitamento integral dos alimentos.

## ABSTRACT

Brazil is home to a rich diversity of native fruits, especially in biomes such as the Caatinga. Despite their nutritional and economic potential, these fruits lack studies on their composition, properties, and applications, which limits their industrial and commercial use and their impact on sustainable development, as is the case of Cambucá do Sertão (*Myrciaria pilosa*). This study aimed to characterize the fruit and its coproducts and analyze their technological application in cupcakes. The fruits were evaluated for their physical characteristics, while the pulp and coproducts (skin and seeds) were analyzed for their centesimal composition. The wet coproducts were transformed into flour for application in three cupcake formulations (0, 10%, and 20% partial substitution of wheat flour). The products produced, flour and cupcakes, were analyzed for their centesimal composition, including the flour granulometry, in addition to the color, and texture of the baked goods. The biometric of the fruits showed that they were approximately  $2.23 \pm 0.06$  cm long and weighed approximately  $5.40 \pm 1.53$  g, containing one to two seeds, depending on their size. The fruit pulp had a moisture content of  $88.2 \pm 0.08$  kg water/kg sample,  $10.85 \pm 0.01$  g of carbohydrates,  $0.40 \pm 0.01$  g of proteins, and no detectable fat. The estimated caloric value was 45.55 kcal. The co-products (skin and seeds) were transformed into flour, obtaining a 57% yield in relation to the wet product. The flour contained  $72.28 \pm 0.01$  g of carbohydrates,  $4.03 \pm 0.01$  g of protein, and  $1.78 \pm 0.01$  g of lipids. The ash content was  $1.63 \pm 0.08$  g, with a caloric value of  $321.26 \pm 0.01$  kcal. The flour was used to prepare cupcakes with three formulations (0, 10%, and 20% partial replacement of wheat flour). The addition of co-product flour changed some nutritional characteristics of the baked products, such as the progressive reduction in the caloric value of the formulations. The replacement of wheat flour with flour from the coproducts flour also modified the brightness ( $L^*$ ) and red and yellow ( $a^*$  and  $b^*$ ) parameters of the cupcakes, with no significant difference ( $p$ ) with 10% and 20% replacement for the latter two parameters. In addition, the texture was changed with the increase in replacement, resulting in greater moisture and chewiness to these products. Thus, it is necessary to increasingly explore the food and biotechnological potential of this fruit, including the investigation of the phytochemical profile so that it can be included in diets, in addition to being used by the food and pharmaceutical industries.

**Keywords:** Fruit; Myrtaceae; Food composition; Full utilization of food.

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 -	Formulação dos <i>cupcakes</i> com substituição parcial de farinha de trigo por farinha dos coprodutos do cambucá do sertão (FCCS)	28
Tabela 2 -	Composição centesimal da polpa e dos coprodutos do cambucá	31
Tabela 3 -	Composição centesimal da FCCS	34
Tabela 4 -	Classificação da FCCS com relação a ingestão diária recomendada para minerais	36
Tabela 5 -	Caracterização físico-química dos cupcakes com FCCS	38
Tabela 6 -	Análise dos parâmetros de cor da superfície dos cupcakes	39
Tabela 7 -	Análise de textura das diferentes formulações dos cupcakes com FCCS	41

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>11</b>
2.1	FRUTAS NATIVAS, EXTRATIVISMO E ECONOMIA CIRCULAR.....	11
2.2	CARACTERÍSTICAS DO GÊNERO <i>Myrciaria</i> .....	12
2.3	A ESPÉCIE <i>Myrcyaria pilosa</i> .....	14
2.4	APROVEITAMENTO INTEGRAL DE COPRODUTOS PARA A PRODUÇÃO DE FARINHAS.....	16
2.5	UTILIZAÇÃO DE FARINHAS ALTERNATIVAS NA ELABORAÇÃO DE PRODUTOS PANIFICADOS.....	18
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>HIPÓTESE.....</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>23</b>
5.1	OBJETIVO GERAL.....	23
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
<b>6</b>	<b>MÉTODOS.....</b>	<b>24</b>
6.1	DEPÓSITO DA EXCICATA E OBTENÇÃO DOS FRUTOS.....	24
6.2	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E DE ATRIBUTOS DOS FRUTOS.....	24
6.3	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E NUTRICIONAL DOS FRUTOS.....	24
6.4	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, NUTRICIONAL E TECNOLÓGICA DA FARINHA DOS COPRODUTOS DO CAMBUCÁ DO SERTÃO (FCCS).....	26
6.4.1	Elaboração da farinha.....	26
6.4.2	Análises físico-químicas e nutricionais da farinha.....	27
6.4.3	Granulometria.....	27
6.4.4	Análise de solubilidade em óleo, água e leite.....	27
6.5	APLICAÇÃO DA FCCS NA ELABORAÇÃO DOS CUPCAKES.....	28
6.6	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, NUTRICIONAL E TECNOLÓGICA DOS CUPCAKES.....	29
6.6.1	Análise físico-química e nutricional dos cupcakes.....	29
6.6.2	Análise instrumental de Cor....	29
6.6.3	Análise instrumental de Textura.....	29
6.7	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	29
<b>7</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>30</b>
7.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E ATRIBUTOS DO FRUTO.....	30
7.2	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E TECNOLÓGICAS DA FCCS.....	33
7.3	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E TECNOLÓGICAS DOS CUPCAKES.....	38
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>43</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>44</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A fruticultura brasileira se destaca mundialmente pela sua grande variedade e excelência nutricional. No primeiro semestre de 2025, o Brasil manteve sua posição entre os maiores exportadores de fruta do mundo. Foram mais de 640 mil toneladas enviadas ao exterior, cerca de US\$ 755 milhões, um aumento expressivo em relação ao ano de 2024. Esse crescimento se deu pelas boas colheitas e pela abertura de novos mercados. As frutas mais exportadas foram, melão, manga, limão, melancia e banana. Os principais compradores estão na Europa, como Bélgica, Países Baixos, Reino Unido e China, na Ásia (CONAB, 2025).

Os frutos nativos são uma fonte rica de nutrientes e compostos bioativos, essenciais para a saúde e o bem-estar (Salame *et al.*, 2022). Além da polpa, que geralmente é a parte mais consumida, outras partes como os bagaços (Santos *et al.*, 2023), anteriormente chamadas de resíduos, agora denominadas de coprodutos, também apresentam composições nutricionais importantes (Antunes, Ramos e Maia, 2022), como boa quantidade de fibras alimentares (Schneider *et al.*, 2020; Soares *et al.*, 2020; Corradin *et al.*, 2024) e ácidos graxos essenciais (Barbosa *et al.*, 2020a).

No entanto, um grande volume de coprodutos alimentares é desperdiçado anualmente. Estima-se que, globalmente, cerca de um terço de toda a produção de alimentos é perdida ou desperdiçada (FAO, 2021). Ao aproveitar essas partes, como sementes, cascas e bagaços, podemos reduzir esse desperdício, além de promover a sustentabilidade e oferecer alternativas mais nutritivas, como a elaboração de farinhas (Barbosa *et al.*, 2021b) e aplicação delas em panificados (José *et al.*, 2022; Hasan *et al.*, 2024).

Paralelamente, estas ações podem contribuir para diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), como o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e o ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável). Ainda, podem promover a preservação da biodiversidade (ODS 15 - Vida Terrestre) e estimular a economia local (ODS 8 - Trabalho Decente e Crescimento Econômico) (ONU, 2018), especialmente em pequenas comunidades que dependem do extrativismo (Brack *et al.*, 2020; Barbosa, Costa e Sanches, 2024).

No entanto, apesar da crescente valorização de produtos com selo de produção regional e inovação na indústria de alimentos (Takahashi *et al.*, 2024), alguns frutos dos biomas brasileiros como os da Caatinga seguem pouco conhecidos

pela população local e inexplorados no seu potencial científico e tecnológico (Souza *et al.*, 2015; Barbosa, Costa e Ziegler, 2024), como é o caso do Cambucá do Sertão (*Myrciaria pilosa*). Trata-se de um pequeno arbusto da família *Myrtaceae*, endêmico da Caatinga, que possui frutos roxos quando maduros, semelhante aos da jabuticaba. Sua coloração infere a presença de flavonoides, antocianinas e outros compostos (Sobral e Couto, 2006). O primeiro estudo reportado com a espécie foi de Costa *et al.* (2022b), que analisou o potencial antimicrobiano e antivirulento do extrato das folhas da planta. Porém, em relação ao fruto, carece de estudos para investigar a sua composição nutricional, bem como prospectar a aplicação dos seus coprodutos para enriquecer a dieta humana.

Nesse sentido, este trabalho buscou caracterizar os aspectos físico-químicos do fruto e realizar o aproveitamento tecnológico dos coprodutos do cambucá do sertão, visando não apenas compreender as potencialidades desse recurso natural, mas também contribuir para práticas sustentáveis, reduzindo o desperdício de alimentos, promovendo a economia local e a preservação do ambiente.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 FRUTAS NATIVAS, EXTRATIVISMO E ECONOMIA CIRCULAR

No Brasil, a produção de frutas nativas tem crescido consideravelmente. O açaí, por exemplo, teve um crescimento na produção nacional de cerca de 87%, exportando 61 mil toneladas por ano (ABRAFRUTAS, 2024). Já o guaraná, produzido principalmente no Amazonas, é responsável por cerca de 30 mil toneladas anualmente, sendo utilizado tanto na indústria de bebidas como na produção de cosméticos (EMBRAPA, 2021). A comercialização dessas frutas tem um impacto significativo no mercado interno e externo, com a exportação de polpas de açaí para mercados como Ásia e Estados Unidos, o que demonstra o potencial de crescimento da economia ligada às frutas nativas (MAPA, 2024).

As frutas nativas possuem um papel importante não apenas na manutenção das práticas econômicas, mas também no equilíbrio ecológico dos biomas brasileiros (Brack et al., 2020). Este processo garante a manutenção dos serviços ecossistêmicos essenciais, como a polinização das plantas, a gestão consciente da água e o manejo do solo, enquanto também promove a valorização da cultura local e a geração de renda para as comunidades tradicionais (Lima, Ferrante e Ferreira, 2020).

Nesse sentido, a aplicação do conceito de economia circular ao extrativismo de frutas nativas pode ampliar ainda mais os benefícios socioambientais. A economia circular é uma ideia que foca em aproveitar o que já está disponível, reciclar e beneficiar os recursos naturais, criando um ciclo onde se desperdiça menos e todos passam a usar os produtos de forma mais consciente. Ela funciona como um processo que ajuda a economizar matéria-prima, gastar menos energia e poluir menos, buscando um equilíbrio entre o desenvolvimento e a preservação do meio ambiente (Haas et al., 2023).

No caso das frutas nativas, isso pode ser alcançado através do aproveitamento integral da planta, incluindo a utilização de cascas, sementes e polpas para a produção de alimentos (Rocha e Ferreira, 2022), cosméticos e outros produtos (Silva, Oliveira e Gomes, 2022). Silva e Pereira (2020) afirmam que a valorização dos coprodutos das frutas nativas pode gerar uma cadeia produtiva mais sustentável.

No contexto dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Figura 1), o uso sustentável das frutas nativas está diretamente relacionado ao cumprimento de

metas importantes, como o ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e o ODS 15 (Vida Terrestre). O manejo sustentável dessas frutas pode melhorar a segurança alimentar, reduzir o desperdício de alimentos e garantir que os ecossistemas terrestres sejam protegidos (ONU, 2018).

Figura 1 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU.



Fonte: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

Assim, Costa e Souza (2022) ressaltam que o extrativismo de frutas nativas, como o cambucá do sertão, quando praticado de forma planejada e sustentável, pode ser uma ferramenta poderosa que contribui para a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento econômico local, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

## 2.2 CARACTERÍSTICAS DO GÊNERO *MYRCIARIA*

O gênero *Myrciaria* faz parte da grande família *Myrtaceae* e compreende cerca de 99 espécies conhecidas, sendo 21 delas nativas do Brasil. Estão distribuídas nos países da América do Sul, como Colômbia, Bolívia, Venezuela, Guianas e, no Brasil, onde são encontradas em cinco biomas, inclusive na Caatinga (Borges, Conceição e Silveira, 2014a; Costa et al., 2022a).

As plantas possuem formato de arbusto com projeção de diversos galhos, podendo a sua altura variar de 3 a 5 metros. São adaptadas a terras arenosas de

áreas costeiras (Barbosa *et al.*, 2020a), leitos de lagos e rios (Ribeiro *et al.*, 2021), florestas de transição com o semiárido (Silva *et al.*, 2018), também sendo cultivada em pomares domésticos, como é o caso da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) (Júnior *et al.*, 2019).

Os frutos são globosos, com polpa por vezes gelatinosa, adocicadas, com sabor levemente adstringente. A tonalidade do fruto maduro varia do verde claro (*Myrciaria aureana*), amarelo (*Myrciaria tenella*), vermelho escarlate (*Myrciaria tenella*) ao roxo escuro/preto (*Myrciaria vexatória*), esta última sendo a coloração comum na maioria das espécies do gênero.

O tamanho varia de 0,4 cm (*Myrciaria floribunda*) a 4,0 cm (*Myrciaria cauliflora* e *Myrciaria vexatória*) (Wu, Longa e Kennelly, 2013). A colheita é feita de forma manual e extrativista, sendo comercializados geralmente *in natura*, nas proximidades da zona rural (Lemos *et al.*, 2019). Também pode ser encontrada em feiras, mercados (Santos *et al.*, 2018b), cooperativas e festivais, fazendo parte da culinária e tradição local, constituindo uma fonte de renda adicional para os pequenos agricultores (Neves, 2020c).

Em relação à composição nutricional, os frutos do gênero *Myrciaria* apresentam boa quantidade de vitamina C (Fidelis *et al.*, 2020), vitamina A (Santos *et al.*, 2022c), potássio, zinco e ferro, além de fibras (Silva *et al.*, 2022). No que se refere ao teor de compostos bioativos é notável a presença de antocianinas, que dá a característica arroxeadas dos frutos, além de carotenoides, flavonoides e taninos (Neves *et al.*, 2017a; Rosa *et al.*, 2022). Diversos estudos têm demonstrado os efeitos benéficos dos compostos nutricionais e bioativos advindos dos frutos de algumas espécies das *Myrciarias* para a saúde (Quadro 1).

Quadro 1- Descrição das propriedades encontradas em frutos de espécies do gênero *Myrciaria*.

ESPÉCIE	EXPERIMENTO	EFEITO	AUTOR
<i>Myrciaria jaboticaba</i>	Extrato da casca	Anticarcinogênico (mama)	Maia <i>et al.</i> (2023)
<i>Myrciaria cauliflora</i>	Extrato das sementes	Anti-hipertensivo e anti-hiperglicêmico	Fidelis <i>et al.</i> (2020a)
<i>Myrciaria dubia</i>	Extrato das sementes	Anti-hemolítico e anti-inflamatório	Fidelis <i>et al.</i> (2020b)

<i>Myrciaria glazioviana</i>	Extrato da casca e polpa	Anti-inflamatório	Pereira <i>et al.</i> (2020)
<i>Myrciaria floribunda</i>	Oléo essencial da casca	Inibição da acetilcolinesterase	Barbosa <i>et al.</i> (2020a)
<i>Myrciaria trunciflora</i>	Fermentado colônico da casca	Anticarcinogênico (colorretal)	Augusti <i>et al.</i> (2021)
<i>Myrciaria pliniodes</i>	Extrato da casca	Neuroprotetor (neuroblastoma)	Marmitt <i>et al.</i> (2019)
<i>Myrciaria vexator</i>	Extrato da casca e polpa	Auxilio no tratamento da DPOC	Dastmalchi <i>et al.</i> (2012)

Fonte: Autoria própria (2024).

O apelo à saudabilidade e ao consumo de frutas *in natura* tem resultado, cada vez mais, na procura por frutos das *Myrciarias*, principalmente devido às características funcionais já citadas, tornando-se conhecidas no comércio nacional e internacional (Santos *et al.*, 2022d). Assim, faz-se necessário explorar cada vez mais as características de composição de algumas espécies que ainda seguem desconhecidas, como a *Myrciaria pilosa*.

### 2.3 A ESPÉCIE *Myrciaria pilosa*

A *Myrciaria pilosa*, também chamada de cambucá do sertão, é uma planta nativa da Caatinga, encontrada especificamente nos trechos úmidos comum nas regiões de serra desse bioma (Figura 1) (Stadnik, Oliveira e Roque, 2018). Foi descrita pela primeira vez por Sobral e Couto (2006) como sendo um arbusto que mede cerca de 3-5 metros de altura, possuindo galhos acinzentados, tormentosos, com ramos achatados e frutos globosos, que medem aproximadamente 1,5 a 2 cm, contendo uma semente reniforme.

O cambucá é comercializado em feiras livres, mercados populares e nas margens de rodovias próximas a zona rural no Nordeste. A polpa e a casca podem ser consumidas *in natura* ou em bebidas como vinhos, licores ou compondo preparações

como geleias e sorvetes. Seu sabor é adstringente, porém, quando maduro, torna-se adocicado (Destaque Notícias, 2022).

Figura 1 – Cambucá do Sertão (*Myciaria pilosa*)



Fonte: Autoria própria (2024)

A sua coloração roxa infere a presença de diversos compostos fenólicos, principalmente as antocianinas. Esse pigmento da classe dos flavonoides é capaz de atuar como antioxidante e apresentar benefícios, como a redução de inflamação, prevenção de doenças cardiovasculares, além de fibras, que ajudam a promover a integridade da flora intestinal em associação com outros nutrientes (Nascimento *et al.*, 2023).

Essas características reforçam o potencial da espécie para uso integral e sustentável em produtos alimentícios, especialmente aqueles que priorizam ingredientes com baixo desperdício e alto valor agregado (Tavares *et al.* 2025). Ainda, pela sua casca pode ser confundido com o Cambuí (*Myrciaria floribunda*) ou tem ele como a espécie que mais se aproxima das suas características (Figura 2).

Figura 2- Comparação entre as características da fruta do cambucá do sertão e do cambuí.



Legenda: 1a- Cambucá maduro na árvore; 1b- Cambucá em diversos tipos de maturação; 2a-Cambuí maduro na árvore; 2b-Cambuí em diversos tipos de maturação. Fonte: Autoria própria (2024); Lemos *et al.* (2018).

Por se reconhecer o potencial destas substâncias e haver uma preocupação sobre a valorização e aproveitamento dos frutos nativos, faz-se necessário estudos que investiguem, além de suas propriedades, também métodos de conservação e processamento, a fim de melhor se beneficiar do que o fruto proporciona (Mendes *et al.*, 2021).

## 2.4 APROVEITAMENTO INTEGRAL DE COPRODUTOS PARA PRODUÇÃO DE FARINHAS

A prática de aproveitar integralmente os alimentos, incluindo partes como cascas, talos, folhas e sementes, tem ganhado importância devido aos benefícios que traz para a saúde e, principalmente, para o meio ambiente (Cunha *et al.*, 2023). Dados do Food Waste Index Report 2024 do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) mostra que em 2022, aproximadamente 1,05 bilhão de toneladas de alimentos foram desperdiçadas a nível mundial. Na América Latina, os achados estimam que são gerados a nível domiciliar cerca de 25 kg a 152 kg de resíduos alimentares por pessoa por ano (UNEP, 2024).

Assim, o aproveitamento integral dos coprodutos alimentares tem se tornado uma necessidade emergente devido à globalização dos mercados, à falta de terras e ao apelo por produtos ambientalmente sustentáveis. Essa prática está alinhada com os Objetivos número 2, 8, 12 e 15 de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas, que incentivam o consumo de alimentos com alta qualidade nutricional, boas características sensoriais e maior durabilidade, como é o caso dos produtos desidratados (ONU,2018), dentre eles as farinhas (Ashtiani *et al.*, 2020).

Farinha é um produto obtido a partir das etapas finais de secagem e moagem de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, tubérculos, rizomas ou frutos. De acordo com a RDC 711 de 01 de Julho de 2022, que determina os requisitos sanitários para os farináceos, os produtos deste gênero devem ser produzidos a partir de tecnologias seguras para o consumo humano e obedecerem o limite máximo de 15% de umidade (Brasil, 2022).

Comumente, a produção de farinhas, seja a partir de produtos ou do aproveitamento de coprodutos, segue uma lógica de fabricação, que inicia com a lavagem dos frutos, em seguida um tratamento mecânico para extração, peneiramento e a obtenção paralela de um suco ou extrato. Por conseguinte, o bagaço que resta deste processo é seco, moído e peneirado (Santos, Silva e Pintado, 2022d). A transformação de frutos ou outros vegetais em farinha permite um aumento na sua vida útil, pela redução da água livre do alimento, suprimindo as reações bioquímicas, enzimáticas e o desenvolvimento de microrganismos, facilitando o seu armazenamento e posterior aplicação como ingrediente em produtos alimentícios (Leão *et al.*, 2017).

Alguns frutos nativos têm demonstrado resultados promissores quando transformados em farinhas e, posteriormente, utilizados para enriquecer a dieta humana (Melo *et al.*, 2022) (Quadro 2).

Quadro 2-. Farinhas de coprodutos de frutos nativos do Brasil

<b>FRUTO</b>	<b>PARTE APROVEITADA</b>	<b>QUALIDADE NUTRICIONAL</b>	<b>AUTOR</b>
Buriti	Cascas	Alto teor de fibras e valor energético	Sousa, Morais e Zuniga (2024)

Mutamba	Cascas e sementes	Fonte potencial de antioxidantes	Assis <i>et al.</i> (2019)
Pupunha	Bagaço	Rica em carotenóides	Santos <i>et al.</i> (2023e)
Cajá e umbu	Sementes	Boa quantidade de compostos fenólicos e propriedades térmicas	Oliveira <i>et al.</i> (2024b)
Caju	Semente	Boa digestibilidade e fonte de proteína	Bisinotto <i>et al.</i> (2021)
Guabiraba	Bagaço	Antioxidantes e fibras	Schneider <i>et al.</i> (2020)

Fonte: Autoria própria (2024)

O uso de farinhas alternativas em produtos alimentícios tem sido objeto de estudo para substituição das farinhas refinadas, como a farinha de trigo, visando aumentar o valor nutricional e compensar possíveis perdas de nutrientes resultantes da etapa de refinamento (Medeiros *et al.*, 2024).

## 2.5 UTILIZAÇÃO DE FARINHAS ALTERNATIVAS NA ELABORAÇÃO DE PRODUTOS PANIFICADOS

As principais formas de aplicação das farinhas alternativas à base de coprodutos de frutas e hortaliças, são por meio da substituição total ou parcial da farinha de trigo convencional em produtos de panificação e massas alimentícias (pães, bolos, biscoitos, macarrão). A escolha é influenciada pelo tipo de produto desenvolvido (Antonić *et al.*, 2020) e pelas propriedades específicas das farinhas que são elaboradas e utilizadas (Cunha *et al.*, 2023).

Os produtos panificados são amplamente consumidos e comercializados devido ao seu sabor e textura agradáveis, sendo produzidos principalmente à base de cereais. Quanto ao valor nutricional, esses produtos são ricos em carboidratos, com elevado valor calórico, além baixas quantidades de proteínas, minerais e outros nutrientes essenciais (Boff *et al.*, 2022). Diante disso, uma alternativa para superar

essas deficiências é enriquecer as farinhas com ingredientes funcionais advindos de frutos nativos e seus coprodutos, visto que, na maioria dos casos, a aceitação final pelo consumidor não é comprometida, promovendo um custo-benefício para quem for adquirir e um novo nicho de mercado para quem quer vende-las (Yilmaz e Koca, 2020; Cunha *et al.*, 2023).

Na confecção de pães, um dos alimentos mais consumidos do mundo, o uso de farinhas alternativas tem crescido devido à procura dos consumidores por alimentos que ofereçam benefícios à saúde e proteção contra doenças crônicas não transmissíveis. Conceição *et al.* (2022) utilizaram a substituição parcial da farinha de trigo pela farinha do pedúnculo do caju (*Anacardium Occidentale* L.) para a produção de pães fortificados e obtiveram melhoria nos parâmetros de aceitabilidade na escala hedônica. Machado *et al.* (2025) também obtiveram resultados promissores na produção de pães de forma com a utilização da farinha do coquinho-azedo (*Butia capitata*), resultando em maiores teores de carotenoides e vitamina C quando comparados a amostra padrão, alcançando bons resultados para o teste de aceitação e intenção de consumo e compra.

A adição de farinhas alternativas tem melhorado as características funcionais dos produtos. Verificou-se, no estudo realizado por Lima *et al.* (2021), que a substituição parcial da farinha de trigo pela farinha da casca do maracujá da Caatinga (*Passiflora cincinnata* Mast.) reduziu o teor de lipídios na preparação. Além disso, proporcionou um aumento na acidez total e uma redução no pH. Essa propriedade oferece a vantagem de reduzir a necessidade de aditivos acidificantes, contribuindo para a melhoria da qualidade e segurança do produto de forma mais natural.

No que refere os atributos tecnológicos, a farinha obtida de coprodutos do umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), como a casca e a semente, mostrou-se com potencial promissor a ser utilizado como ingrediente funcional em alimentos panificados. Conforme evidencia o estudo de Xavier *et al.* (2022), essa farinha, além de ter melhorado características nutritivas, demonstrou alta absorção de água e óleo, podendo ser aplicada em empanamento e em produtos para fornear.

Nesse sentido, com a infinidade de receitas que as farinhas alternativas podem ser utilizadas, outros produtos têm ganhado popularidade, como é o caso dos cupcakes, que são pequenos bolos popularizados no Brasil e no mundo. Devido ao seu tamanho reduzido com porções controladas em relação aos bolos tradicionais,

são frequentemente vistos pelos consumidores como uma opção mais saudável, fazendo parte de um mercado em expansão (Hopkin, Broadbent e Ahlborn, 2022).

Misturas de farinhas têm sido testadas a fim de melhorar e diversificar a apresentação dos *cupcakes* (Abdel-Hameed *et al.*, 2023). Por exemplo, Silva, Pagani e Souza (2018) utilizaram 20% de farinha do coproduto misto do umbu cajá (*Spondias* spp.), obtendo um produto com boa aceitabilidade, maior teor de fibra bruta e diminuição no valor calórico e na quantidade de carboidratos.

Assim, ressalta-se a importância de se analisar outras composições com farinhas de coprodutos de frutas nativas neste tipo de preparação, para que se tenha produtos inovadores que promovam sustentabilidade, ricos em valor nutricional e valorizando a biodiversidade regional, para atender as demandas do mercado.

### **3 JUSTIFICATIVA**

O Brasil possui uma infinidade de frutas nativas pouco exploradas e com potencial para enriquecer e diversificar a dieta humana (Melo *et al.*, 2022). O consumo dessas frutas pode colaborar positivamente com as dietas sustentáveis de acordo com o objetivo dois “Fome Zero” da Agenda 2030 da ONU (ONU, 2018), pois as plantas requerem pouca água pela adaptação natural ao clima local, possuem boa disponibilidade, apoia a atividade extrativista dos pequenos agricultores e incentiva a abertura econômica do fruto em outros espaços de mercado (Jacob, Medeiros e Albuquerque, 2020).

Além disso, a investigação do seu potencial nutricional poderá subsidiar a sua aplicação em novos produtos farmacêuticos e alimentares. Todavia, os estudos com o cambucá do sertão ainda são incipientes, assim como da maioria das frutas nativas (Mendes *et al.*, 2021), sendo necessário descrever a sua composição nutricional, suas características físicas e químicas, bem como estudar a preservação e aplicação desses compostos.

#### **4 HIPÓTESE**

O cambucá apresenta boa qualidade físico-química e nutricional, inclusive nas suas partes comestíveis não-convencionais, capaz de ser potencialmente utilizado para enriquecer a dieta humana quando aproveitado na obtenção de farinha e aplicação na formulação de produtos de panificação, tal como *cupcakes*.

## 5 OBJETIVOS

### 5.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar as propriedades físico-químicas e tecnológicas do Cambucá do Sertão (*Myrciaria pilosa*) e avaliar o potencial aproveitamento de seus coprodutos na formulação de *cupcakes*.

### 5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar os aspectos físicos do fruto;
- Analisar as características físico-químicas e nutricionais da polpa e dos coprodutos (pele e sementes) do cambucá;
- Elaborar e caracterizar uma farinha a partir dos coprodutos;
- Aplicar a farinha dos coprodutos na formulação de *cupcakes*;
- Analisar as características nutricionais e tecnológicas dos *cupcakes*.

## 6 MÉTODOS

### 6.1 DEPÓSITO DA EXSICATA E OBTENÇÃO DOS FRUTOS

O material botânico (ramo com folhas e flores) foi coletado em uma propriedade particular, localizada na zona rural do município de Ipueiras-CE ( $4^{\circ} 31' 49.132''$  S -  $40^{\circ} 48' 41.160''$  W) e levado ao Herbário Dárdano de Andrade Lima, do Instituto Agronômico de Pernambuco- IPA. A identificação e certificação de espécie foi registrada na Ficha de Identificação Botânica nº 09/2024 e incorporada ao acervo sob o número de tombo 95319.

Os frutos foram obtidos no referido local no final do mês de fevereiro de 2024. Em seguida, foram transportados em caixas térmicas sob congelamento para o Laboratório de Engenharia de Alimentos e Ambiental do Departamento de Engenharia de Alimentos da UFPE, onde foram lavados em água corrente para remoção de sujidades e higienizadas em solução com de hipoclorito de sódio 0,5 v/v, seguido de enxague, para o início das análises.

### 6.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E DE ATRIBUTOS DOS FRUTOS

As características físicas foram avaliadas de acordo com a metodologia de Neto e Silva (2019), onde o comprimento (cm) foi aferidos utilizando um paquímetro digital (MTX, Pequim, China). O peso das frutas foi dado em grama (g) por meio de uma balança semi-analítica.

A coloração externa foi analisada com colorímetro modelo CR-400 (Konica Minolta, Tóquio, Japão), previamente calibrado. Os resultados, conforme o sistema CIE (1996), foram expressos em L\* (que indica a luminosidade ou a quantidade de luz refletida), a\* (eixo verde/vermelho) e b\*(eixo azul/amarelo).

O rendimento foi dado por meio da Equação 1:

$$\%Rendimento\ do\ fruto = \frac{peso\ da\ polpa\ (g)}{peso\ total\ dos\ frutos\ (g)} \times 100 \quad (1)$$

### 6.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E NUTRICIONAL DOS FRUTOS

Os frutos foram colocados em uma despolpadeira industrial (Mundinox, Lambari, Minas Gerais, Brasil), da qual foi possível obter a polpa e os coprodutos (pele e sementes) separados. O material foi transportado em sacos plásticos estéreis em temperatura de refrigeração para o Laboratório de Engenharia de Alimentos e Ambiental para avaliar a qualidade físico-química, sendo: umidade, cinzas, pH, acidez, sólidos solúveis, proteínas, lipídios, carboidratos e valor calórico total conforme o Instituto Adolfo Lutz (2008).

O teor de umidade foi obtido pelo método gravimétrico, utilizando uma estufa com circulação de ar. Para isso, aproximadamente 5 g da amostra foram pesados com auxílio de um cadiño de porcelana. As amostras foram secas por 24 h horas a 105 °C. A análise do percentual de cinzas foi feita pesando 5 g da amostra em cadiños e levando a mufla em 550 °C por 4 horas para incineração da amostra. Após este período, as amostras carbonizadas foram transferidas para o dessecador durante 30 minutos e, em seguida, pesadas.

O pH foi obtido com o auxílio de potenciômetro de bancada previamente calibrado. Pesou-se de 10 g da amostra diluída em 100 mL de água destilada sob temperatura de 27 °C. Em seguida, a amostra foi agitada por 30 minutos, decantada e lida.

A acidez foi determinada por titulação, onde foi utilizada 10 g da amostra diluída em 100 mL de água destilada. Em seguida, foi adicionado 0,2 mL de fenoltaleína e o material foi titulado com solução de hidróxido de sódio 0,1 M sob agitação, até atingir o ponto de viragem, com coloração rósea por 30 segundos.

Os sólidos solúveis totais presentes no fruto foram obtidos por meio de aferição em refratômetro de bancada. Foram colocadas 2 gotas do sumo da amostra no prisma do aparelho e realizada a leitura. Os resultados foram expressos em °Brix.

A quantidade de proteínas da amostra foi analisada pelo método Kjeldahl. Inicialmente, foi pesada 5 g da amostra para digestão em balão Kjeldahl. Logo após, a fração destilada foi titulada em solução de hidróxido de sódio 0,1 M, usando vermelho de metila. O resultado foi aplicado na Equação 2, onde V é a diferença do volume de ácido sulfúrico (mL) e a quantidade de hidróxido de sódio (mL) gastos na titulação, P é o peso da amostra (g) e F é o fator de conversão (6,25)

$$\% \text{Proteína: } \frac{V \times 0,14 \times F}{P} \times 100 \quad (2)$$

Para análise de lipídios, 5 g da amostra foi colocada em um cartucho de papel filtro dentro do extrator. Foi adicionado 150 mL de éter de petróleo e aquecido em um balão de fundo chato. Após a extração, o material condensado foi recuperado e transferido para a estufa a 105 °C, durante 1 hora, resfriado em dessecador por 30 minutos em temperatura ambiente e pesado. O percentual de lipídios foi calculado conforme a Equação 3 abaixo, onde N é a quantidade em grama de lipídios e P é o peso da amostra.

$$\% \text{Lipídeos} : \frac{100 \times N}{P} \times 100 \quad (3)$$

Os carboidratos foram determinados utilizando o método de cálculo por diferença. Para isso, subtraiu-se do total de 100% a soma dos compostos (proteínas, lipídios, umidade e cinzas). Permitiu-se uma estimativa indireta, mas confiável, desse macronutriente na composição do alimento.

O VCT foi calculado multiplicando valor de carboidrato, lipídeo e proteína em grama, por 4 kcal, 9 kcal e 4 kcal, respectivamente. Em seguida, somando os valores para o resultado total (Watt e Merril, 1963).

## 6.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, NUTRICIONAL E TECNOLÓGICA DA FARINHA DOS COPRODUTOS DO CAMBUCÁ DO SERTÃO (FCCS)

### 6.4.1 Elaboração da farinha

Após a despolpagem dos frutos, os coprodutos foram triturados em moinho de facas e foram colocados em bandeja de alumínio em uma estufa de circulação de ar a 60° C, a fim de se analisar a cinética de secagem do produto. Foi verificado o peso da amostra de 15 em 15 minutos nas duas primeiras horas e de 30 em 30 minutos no restante do tempo, até que a amostra atingisse uma constante de peso (equilíbrio dinâmico).

A curva cinética foi obtida a fim de estimar o tempo ideal para secar a farinha do cambucá. Após estimar o tempo de secagem, 500 g de amostra foram levadas em bandeja de alumínio em estufa de circulação a 60 °C por aproximadamente 7,5 horas

até atingir a umidade de 14%. O produto seco foi submetido a Trituração em moinho de facas e o rendimento da farinha foi calculado de acordo com a Equação 4:

$$\%Rendimento\ da\ farinha: \frac{Quantidade\ de\ farinha\ obtida\ (g)}{Quantidade\ de\ co-produtos\ utilizados\ (g)} \times 100 \quad (4)$$

#### 6.4.2 Análises físico-químicas e nutricionais da farinha

As análises físico-químicas foram realizadas conforme o que foi descrito no Item 6.3, acrescidas das análises de atividade de água e minerais.

A atividade de água ( $a_w$ ) foi aferida por meio de analisador portátil modelo Aqualab Pawkit (METER Group, Washington, EUA) a 28 °C de acordo com Terra *et al.* (2007).

Os minerais foram analisados por dispersão de energia conforme os estudos de Nguyen *et al.* (1998), onde foram pesadas 50 g da amostra e levadas a um Espectrômetro de Fluorescência de Raios X por Dispersão de Energia – EDXRF, modelo EDX 720 (Shimadzu, Kyoto, Japão). As amostras foram posicionadas na direção do feixe de raios-X, e os elétrons dos elementos químicos constituintes foram excitados pela absorção do feixe primário, emitindo raios-X em linhas características a serem medidas pelo detector semicondutor. Os padrões foram coletados com base na farinha de milho, as análises foram para os minerais Fósforo (P), Cloro (Cl), Potássio (K), Cálcio (Ca), Manganês (Mn), Ferro (Fe), Cobre (Cu) e Enxofre (S). Os resultados foram apresentados no computador acoplado e dados em mg.

#### 6.4.3 Granulometria

O teste de granulometria da farinha foi determinado de acordo com o método 965.22 da AOAC (1997), com um conjunto de quatro peneiras (fundo, 12, 14, 16 e 28 mesh – ABNT). A amostra de 100 g foi tamizada por 30 min, a uma velocidade de 10 rpm e, a partir da distribuição de tamanhos das partículas, foi possível aferir o percentual de retenção dos grânulos para identificação do perfil da farinha.

#### 6.4.4 Análise de Solubilidade em Água, Óleo e Leite

A capacidade de absorção dos líquidos foi analisada conforme Lima, Júnior e Sá (2014), onde foi suspenso 1 g de farinha em 50 mL de água, óleo e leite em tubos falcon. Em seguida, os tubos foram agitados em agitador vórtex por 1 minuto. Logo após, a suspensão foi centrifugada a 1500 rpm por 20 minutos. O sobrenadante foi desprezado e a diferença do peso da amostra antes e depois da absorção foi aferida em balança semi-analítica para compor o índice de absorção.

## 6.5 APLICAÇÃO DA FCCS NA ELABORAÇÃO DOS CUPCAKES

Os *cupcakes* foram elaborados utilizando a farinha dos coprodutos do cambucá do sertão (FCCS), substituindo 10 e 20% a farinha de trigo refinada. A formulação padrão foi preparada conforme o que propôs Garroni *et al.* (2021), com adaptações, utilizando o percentual de ingredientes descritos abaixo na Tabela 1.

Tabela 1- Formulação dos *cupcakes* com substituição parcial de farinha de trigo por FCCS  
**FORMULAÇÕES DE CUPCAKES**

<b>INGREDIENTES</b>	<b>C0</b>	<b>CFC10%</b>	<b>CFC20%</b>
Farinha de trigo (g)	100	90	80
Farinha do cambucá (g)	0	10	20
Açúcar refinado (g)	27,4	27,4	27,4
Ovos (g)	54,9	54,9	54,9
Margarina (80% lipídios) sem sal (g)	13,4	13,4	13,4
Leite integral de vaca (mL)	29,2	29,2	29,2
Fermento químico (g)	1,1	1,1	1,1

Legenda: C0 – Formulação padrão com 0% de farinha do cambucá; CFC10, CFC20 contêm 10 e 20% da farinha do cambucá, respectivamente. Fonte: Garroni *et al.* (2021) com adaptações.

Com relação à preparação, os ingredientes foram pesados em uma balança analítica modelo BL3200S (Shimadzu, Kyoto, Japão). Logo após foram colocados em uma batedeira doméstica e agitados até apresentarem uma massa homogênea. Logo após, a massa foi transferida para formas de silicone e levadas em bandejas quadradas em inox para o forno previamente aquecido. Os *cupcakes* foram assados a 180 °C durante 40 minutos, e resfriados em temperatura ambiente. O material foi embalado a vácuo e levado para análises (Garroni *et al.*, 2021).

## 6.6 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, NUTRICIONAL E TECNOLÓGICA DOS CUPCAKES

### 6.6.1 Análise físico-química e nutricional dos *cupcakes*

A análise da composição físico-química e nutricional das formulações foi realizada conforme a metodologia descrita no Item 6.3.

### 6.6.2 Análise instrumental de cor

A medição instrumental da cor da amostra foi feita utilizando um colorímetro modelo CR-400 (Konica Minolta, Tóquio, Japão), previamente calibrado, aferindo os padrões da parte externa dos *cupcakes*. Os parâmetros de cor analisaram a luminosidade ( $L^*$ ), eixo verde/vermelho ( $a^*$ ) e o eixo azul/amarelo ( $b^*$ ).

### 6.6.3 Análise instrumental de textura

A análise de textura foi feita utilizando um texturômetro modelo CT3 (Brookfield, Toronto, Canadá). Para cada *cupcake*, foi medido a altura para compressão, que foi dada em média 50% da sua altura original com uma velocidade de 100 mm/min. Foi utilizada uma sonda cilíndrica achatada de 36 mm de diâmetro e uma carga de compressão de 5 kg.

## 6.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises físicas, físico-químicas e tecnológicas foram feitas em triplicata. Os resultados foram apresentados como médias  $\pm$  desvios padrão. Nos parâmetros de composição centesimal, cor e textura dos *cupcakes* com substituição de farinha foram aplicados o teste ANOVA com Tukey para analisar a diferença de médias, utilizando o software R (versão 7.0), com nível de confiança de 95% ( $p<0,05$ ).

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 7.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E ATRIBUTOS DO FRUTO

Os frutos do cambucá do sertão pesaram cerca de  $5,40\pm1,53$  g e mediram aproximadamente  $2,23\pm0,06$  cm de comprimento, com uma ou duas sementes a depender do tamanho. O rendimento da polpa foi de 37% em relação ao fruto maduro.

A cor está entre os atributos mais importantes relacionados ao grau de maturação dos frutos pelos agricultores. A análise instrumental mostrou que o fruto maduro tem um tom não muito vibrante, pois quando posto em uma escala de 0 (preto absoluto) a 100 (branco absoluto), o fruto está próximo ao extremo escuro ( $L^*=27,14\pm0,27$ ). O valor de  $a^*$  ( $3,71\pm0,40$ ) mostra também que o fruto é ligeiramente avermelhado e o de  $b^*$  ( $-0,39\pm0,12$ ), por estar discretamente negativo, tende ao azul. Em síntese, o cambucá do sertão possui um tom escuro, ligeiramente avermelhado, com um leve toque azulado.

Ainda, com a mudança de coloração da casca, foi possível classificar o fruto em quatro estádios de maturação (Figura 4).

Figura 4- Estágios de maturação do cambucá do sertão conforme a coloração da casca.



Fonte: Autoria própria (2025)

No Estágio I, o fruto apresenta casca de coloração verde e com forte sabor adstringente. No Estágio II, há uma transição de cor entre o verde e o vermelho brilhante. Estágio III, transição do vermelho brilhante para o roxo, comumente chamado “de vez”. No último Estágio, o fruto apresenta casca de coloração roxa, polpa gelatinosa, adocicada e com adstringência suave, limitada a casca, ponto em que é colhido, consumido ou comercializado (Figura 5). Quando a colheita é realizada antes deste último estágio de maturação, os frutos alteram seus pigmentos de forma muito

lenta, amolecem e já apresentam traços de senescência. Portanto, o cambucá evidencia características comuns dos frutos não climatéricos.

Figura 5- Polpa madura do cambucá do sertão com a presença de cascas e sementes



Fonte: Autoria própria (2025)

A análise centesimal da polpa do cambucá (Tabela 2) revelou características comuns as de frutos com alto teor de água e acidez.

Tabela 2- Composição centesimal da polpa e dos coprodutos do cambucá

Parâmetro	POLPA	COPRODUTOS
Umidade (%)	$88,2 \pm 0,08^a$	$65,3 \pm 0,72^b$
Cinzas (%)	$0,40 \pm 0,00^b$	$0,60 \pm 0,00^a$
Acidez total (%)	$14,55 \pm 0,04^a$	$14,35 \pm 0,00^b$
pH	$3,40 \pm 0,00^a$	$3,42 \pm 0,60^a$
Sólidos Solúveis (°Brix)	$13,00 \pm 0,00^a$	$2,00 \pm 0,00^b$
Carboidratos (%)	$10,85 \pm 0,00^b$	$31,65 \pm 0,00^a$
Proteínas (%)	$0,40 \pm 0,00^b$	$1,85 \pm 0,00^a$
Lipídios (%)	$0,00 \pm 0,00^b$	$0,55 \pm 0,00^a$
Valor calórico total (kcal/100 g)	$45,55 \pm 0,24^b$	$139,6 \pm 0,60^a$

Legenda: <sup>a</sup>- Letras diferentes na linha indicam diferença significativa ( $p<0,05$ ).

Fonte: Autoria própria (2025)

A polpa possui um elevado conteúdo de umidade ( $88,2 \pm 0,08\%$ ), indicando suculência, característica atrativa para o consumo *in natura* ou para a produção de sucos e outras bebidas. O conteúdo apresentado se aproxima com o relatado nos estudos de Ferreira *et al.* (2018) com a jabuticaba em 84,4% e de Freitas *et al.* (2016), que encontraram um valor de 88,93% de umidade para o camu-camu, inferindo algumas características comuns entre as principais espécies do gênero *Myrciaria*.

A acidez de  $14,55 \pm 0,04\%$  e o pH de  $3,40 \pm 0,00$  confirmam o perfil ácido da polpa, que pode contribuir para o sabor característico do fruto (doce/azedo). Um pH

similar foi encontrado por Santos *et al.* (2017) no cambuí de três variedades: amarelo, vermelho e roxo, 3,63, 3,46 e 3,23, respectivamente. Além do pH, a acidez representa um atributo importante para a elaboração de produtos como geleias, caldas e doces, sugerindo mais um nicho de aplicação tecnológica e inovação na indústria de alimentos (Macías *et al.*, 2020).

Com relação ao teor de cinzas, os coprodutos apresentaram 0,20% a mais de produto que a polpa, sugerindo um resíduo mineral fixo relevante. O consumo de minerais advindos dos resíduos de frutas e cereais podem trazer benefícios à saúde, uma vez que um bom volume pode ser ingerido pelo bagaço, sementes e cascas (Moreira *et al.* 2021).

As cascas e sementes também concentram proteínas e lipídios, que desempenham funções estruturais e de reserva metabólica na planta (Majchrzak *et al.*, 2020). Por isso, os coprodutos apresentam teores maiores desses nutrientes, 1,85  $\pm$ 0,00% de proteína e 0,55 $\pm$ 0,00% de lipídio, mostrando o perfil diferenciado de cada parte do fruto.

O conteúdo de sólidos solúveis ( $^{\circ}$ Brix) encontrado nas amostras está relacionado à presença de açúcares simples e outros compostos hidrossolúveis (Silva e Narain, 2021). Dessa forma, os valores observados, aliados ao teor de carboidratos, sugerem que a polpa possui características sensoriais agradáveis e perfil energético leve, podendo ser utilizada principalmente para hidratação e fornecimento rápido de energia. O teor de carboidrato da polpa quando comparado ao de algumas frutas do gênero, como a jabuticaba com 12,49% (Rosa, 2021) e com o cambucí em torno de 9% (Spricigo *et al.*, 2021), se insere em um nível intermediário.

Em contrapartida, os coprodutos apresentaram maior teor de carboidratos sendo 31,65 $\pm$ 0,00% contra 10,85 $\pm$ 0,00% da polpa, e valor calórico de 139,6 $\pm$  0,60 kcal contra 45,55 $\pm$ 0,60 kcal, respectivamente, o que evidencia sua maior densidade energética. É preciso observar que o teor de carboidratos contribui consideravelmente para o cálculo do valor calórico. Nesse sentido, é importante também ressaltar que a composição detalhada desses carboidratos, principalmente no que compete as fibras, não foi contemplada, o que pode impactar em uma avaliação mais precisa do perfil energético e nutricional dos produtos analisados.

## 7.2 CARACTERISTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E TECNOLÓGICAS DA FARINHA DOS COPRODUTOS DO CAMBUCÁ DO SERTÃO (FCCS)

A farinha dos coprodutos (Figura 6) apresentou um rendimento 286 g, 57% do valor do produto úmido. A Tabela 3 mostra a composição centesimal da amostra analisada.

Figura 6 – Farinha dos coprodutos do cambucá do sertão



Fonte: Autoria própria (2025)

O teor de umidade da farinha ( $14,1\pm0,03\%$ ) está dentro do esperado para o produto, pois a RDC 711/2022 estabelece que valores abaixo de 15% são considerados adequados para garantir a conservação e evitar o desenvolvimento de microrganismos (Brasil, 2022).

A farinha apresentou  $1,63\pm0,08$  g de cinzas, o que mostra que ela tem uma concentração de minerais maior do que a polpa e os coprodutos frescos. Se comparada com as frutas amazônicas colhidas no período sazonal, como descreveram Sousa, Morais e Zuniga (2024), a farinha estaria na faixa esperada que é entre 0,1 e 3,2 g de cinzas por 100 g de produto. É importante ressaltar que, conforme os autores este parâmetro pode variar a depender da localização geográfica e da fisiologia do fruto.

Quanto ao pH de  $3,35 \pm 0,08$ , o valor se manteve ligeiramente dentro da faixa observada nas outras amostras. Já a acidez total de  $33,40 \pm 0,20$  g de ácido cítrico/100 g, teve valor consideravelmente maior que as amostras analisadas. Esse comportamento também consta nos achados de Wanderley *et al.* (2023), que observaram que o processo de secagem aumenta concentração de ácidos orgânicos, especialmente nas análises com cascas, que mostraram aumento expressivo da acidez (de 1,52% para cerca de 6,9% de ácido cítrico) e redução do pH. Essas são características que são interessantes a estabilidade do produto e a sua vida de prateleira (Oliveira *et al.* 2024).

Tabela 3- Composição centesimal da FCCS

Parâmetro	FCCS
Umidade (%)	$14,1 \pm 0,03$
$a_w$	$0,61 \pm 0,02$
Cinzas (%)	$1,63 \pm 0,08$
Acidez total (%)	$33,40 \pm 0,20$
pH	$3,35 \pm 0,00$
Carboidratos (%)	$72,28 \pm 0,00$
Proteínas (%)	$4,03 \pm 0,00$
Lipídios (%)	$1,78 \pm 0,00$
Valor calórico total (kcal/100 g)	$321,26 \pm 0,01$

Fonte: Autoria própria (2025)

Embora não seja sua principal característica, a farinha apresentou  $4,03 \pm 0,00\%$  de proteína, podendo fornecer algum apporte em relação a este macronutriente. Xavier *et al.* (2022), ao analisarem a farinha dos subprodutos do umbu, relataram uma quantidade aproximada de 5,60%, sugerindo que possa estar associado a composição das sementes, além de apresentar lipídios que, mesmo de forma baixa, como é esperado em farinhas, pode contribuir para o valor calórico total.

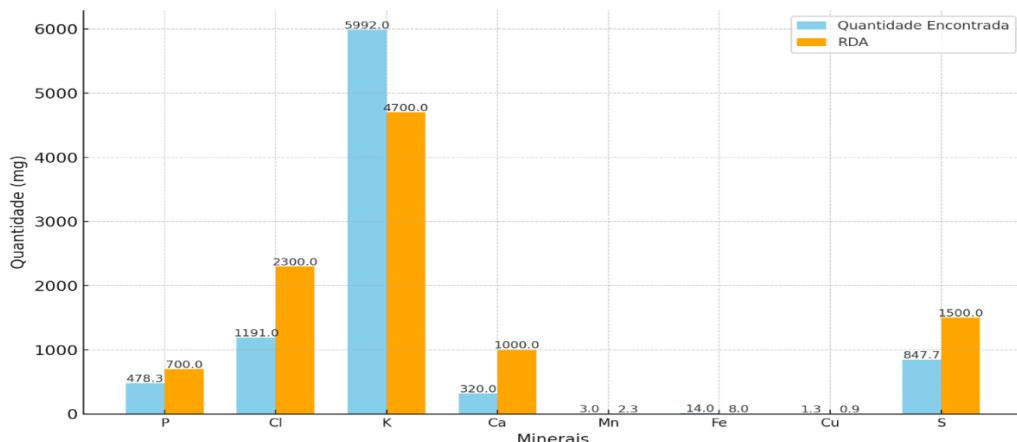
Os carboidratos apresentaram uma quantidade de  $72,28 \pm 0,00\%$ , sendo o principal macronutriente constituinte das farinhas de frutos e cereais. A farinha de sementes e cascas do umbu-cajá apresentou um valor próximo, de 78,71% de carboidratos (Oliveira *et al.*, 2024b) e 74,75% do material seco da pitanga (*Eugenia uniflora*) (Araújo *et al.*, 2024).

O valor calórico total ( $321,26 \pm 0,01$  kcal/100 g) é significativo e corrobora com o achado na amostra úmida, evidenciando que a farinha é uma boa fonte de energia,

principalmente devido ao alto teor de carboidratos. Vasconcelos *et al.* (2023) encontraram valores aproximados de 357,20 kcal, em uma amostra de farinha dos coprodutos da mangaba. Também se aproxima do conteúdo calórico da farinha do bagaço de açaí (366,37 kcal) (Borges *et al.* 2021b) e de 383,36 kcal do bagaço da acerola, demonstrado nos estudos de Magalhães *et al.* (2021).

A análise de minerais, quantificando os elementos, mostrou que a farinha possui relevantes quantidades de potássio ( $5992 \pm 27,7$  mg/100 g), ferro ( $14 \pm 0,0$  mg/100 g), manganês ( $3 \pm 0,0$  mg/100 g) e cobre ( $1,3 \pm 0,0$  mg/100 g). Ainda, apresenta quantidades moderadas de fósforo ( $478,33 \pm 27,61$  mg/100 g), enxofre ( $847,66 \pm 18,77$  mg/100 g) e cálcio ( $320 \pm 0,0$  mg/100 g) e baixa quantidade de cloro ( $1191 \pm 39,84$  mg/100 g). O Gráfico 1 mostra a contribuição desses minerais em relação a Ingestão Dietética Recomendada para um homem adulto (RDA/DRI) (Institute of Medicine, 2003).

Gráfico 1- Comparaçāo da quantidade de minerais (mg/100g) encontrados versus RDA.



Fonte: Autoria própria (2025)

A farinha apresentou quantidades de minerais superiores em comparação com a farinha produzida com o bagaço do umbu-cajá (P: 138,09 mg, K: 2061,68 mg, Mn: 1,66 mg, Fe: 9,57 mg, Cu: 0,31 mg, S: 104,06 mg), exceto para o cálcio (590 mg) (Lana *et al.*, 2024). Também em relação a farinha do fruto maduro da grumixama (P: 0,52 mg, K: 5,60 mg, Ca: 1,53 mg, S: 632,14 mg), exceto para o manganês (5,02 mg) (Bonin *et al.*, 2024). Já sobre a da farinha da casca do buriti, a farinha estudada apresentou quantidade superior apenas nos minerais potássio (770 mg) e enxofre (419,39 mg) (Sousa, Morais e Zuniga, 2024).

Levando em consideração o comparativo entre a quantidade de nutrientes e a necessidade de ingestão diária já citado anteriormente, e com base nas diretrizes estabelecidas por órgãos reguladores, é possível classificar a farinha em: fonte (5-10%), boa fonte (>20%) ou excelente fonte de nutrientes (>50%) (FDA, 1993; Brasil, 2012). Sendo assim, de acordo com essa divisão (Tabela 4), o produto analisado é particularmente rico em vários minerais essenciais, com maior destaque para potássio, manganês e ferro.

Tabela 4- Classificação da FCCS com relação a ingestão diária recomendada de minerais

Mineral	Quantidade (%)	Classificação
P	68% da RDA	Excelente Fonte
Cl	51% da RDA	Excelente Fonte
K	127% da RDA	Excelente Fonte
Ca	32% da RDA	Boa Fonte
Mn	130% da RDA	Excelente Fonte
Fe	175% da RDA	Excelente Fonte
Cu	144% da RDA	Excelente Fonte
S	57% da RDA	Excelente Fonte

Fonte: Autoria própria (2025)

O potássio é um elemento que desempenha um papel crucial no funcionamento do organismo. Além do seu papel importante no controle dos fluidos, ele parece atuar normalizando a pressão arterial (Ruzicka e Hiremath, 2024), sendo o mineral chave na Dieta *DASH* recomendada para o controle de doenças cardiovasculares (Chan *et al.*, 2022).

O manganês atua como cofator enzimático em diversas vias, por exemplo, no metabolismo dos macronutrientes, onde é requerido para a formação de energia e de compostos essenciais como antioxidante enzimático. Além disso, o manganês vem sendo estudado cada vez mais, principalmente para elucidar o seu papel e de outros microminerais na fisiopatologia de doenças neurológicas (Gao *et al.*, 2024).

Por outro lado, tendo o seu papel reconhecido na formação das células sanguíneas e transporte de oxigênio, o ferro é um micromineral de interesse na saúde pública, sendo objeto de política de suplementação (Marques *et al.*, 2019). Assim sendo, a obtenção deste mineral por meio da alimentação é de extrema relevância.

Com relação ao estudo dos grânulos, o Quadro 4 apresenta a distribuição do percentual das partículas retidas em diferentes peneiras. O teste demonstra que a

maior parte do material é constituído por partículas muito finas (Base- 54,25%). Também é possível destacar o *Mesh* 12 (14,15%), que reteve uma quantidade considerável de partículas grandes. Desta forma, esse perfil pode indicar que o material processado tem predominância de partículas pequenas, com uma pequena proporção de partículas maiores.

Quadro 3- Percentual de retenção de grânulos nas peneiras granulométricas.

<b>Mesh 12</b>	<b>Mesh 14</b>	<b>Mesh 16</b>	<b>Mesh 28</b>	<b>BASE</b>
14,15%	8,75%	4,86%	17,12%	54,25%

Fonte: Autoria própria (2025)

Neves *et al.* (2020) explicam que farinhas com grãos finos apresentam maiores concentrações de açúcares solúveis, devido ao maior desgaste dos tecidos vegetais. Já a farinha com partículas maiores apresenta uma concentração menor desses carboidratos devido ao seu tamanho e a coesão dos tecidos vegetais. Os mesmos autores explicam que a variação no tamanho dos grânulos pode estar envolvida com as condições de moagem.

Almeida *et al.* (2020), ao analisarem a farinha da pele da jabuticaba, ressaltam que o processamento das farinhas possui uma importância para o consumidor, pois o tamanho das partículas dos alimentos está intimamente ligado com o processo de digestão e bioacessibilidade dos nutrientes.

A análise de solubilidade mostrou que a farinha é 7,39% solúvel em água e óleo e 3,60% solúvel em leite. O índice de solubilidade prevê como a farinha vai interagir em diferentes tipos de formulações e em qual delas, a sua aplicação seria adequada (Schons, Pires e Pereira, 2024).

A análise revelou porcentagens iguais para água e óleo. Segundo Silva, Briques e Gurak (2020) farinhas que possuem fibras ou amidos na sua composição tendem a reter água devido as suas afinidades hidrofílicas, sendo atrativa para aplicação em panificados, a fim de manter a umidade das massas. Por outro lado, a sua afinidade com óleo pode ter relação com os protídeos, macronutrientes que possuem características lipofílicas. A aplicação poder ser dada no âmbito da indústria de alimentos, em produtos emulsionados ou empanados (Santana, Filho e Egea, 2017).

### 7.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E TECNOLÓGICAS DOS CUPCAKES

A análise das amostras de *cupcakes* revela mudanças importantes nos parâmetros físico-químicos e nutricionais (Tabela 5).

Tabela 5- Caracterização físico-química dos *cupcakes* com FCCS

<b>Parâmetro</b>	<b>C0%</b>	<b>C10%</b>	<b>C20%</b>
Umidade (%)	29,96±0,11 <sup>c</sup>	31,16±0,05 <sup>b</sup>	34,1±0,17 <sup>a</sup>
$a_w$	0,78 ±0,01 <sup>b</sup>	0,80±0,01 <sup>b</sup>	0,92±0,01 <sup>a</sup>
Cinzas (%)	1,26±0,11 <sup>a</sup>	1,1±0,00 <sup>a</sup>	1,2±0,00 <sup>a</sup>
Acidez total (%)	2,5±0,20 <sup>a</sup>	3±0,01 <sup>b</sup>	4±0,00 <sup>c</sup>
pH	6,66±0,05 <sup>a</sup>	6,6±0,03 <sup>a</sup>	6,06±0,50 <sup>a</sup>
Carboidratos (%)	49,5±0,00 <sup>a</sup>	48,26±0,05 <sup>b</sup>	48,2±0,17 <sup>b</sup>
Proteínas (%)	10,36±0,25 <sup>a</sup>	10,06±0,05 <sup>a</sup>	8,5±0,20 <sup>b</sup>
Lipídios (%)	9,6±0,01 <sup>a</sup>	9,2±0,00 <sup>a</sup>	7,7±0,00 <sup>b</sup>
Valor calórico total (kcal/100 g)	318,7±0,01 <sup>a</sup>	316,9±0,05 <sup>b</sup>	279,03±0,05 <sup>c</sup>

Legenda: C0 – Formulação padrão com 0% de farinha do cambucá; CFC10, CFC20 contêm 10 e 20% da farinha do cambucá, respectivamente.; <sup>a</sup>- Letras diferentes na linha indicam diferença significativa ( $p<0,05$ ). Fonte: Autoria própria (2025)

Houve um aumento progressivo do teor de umidade à medida que a farinha foi adicionada à formulação ( $p<0,05$ ). Isso sugere que a farinha de cambucá retém mais água, resultando em produtos mais úmidos. Isto reflete nos parâmetros de atividade de água da composição C20% ( $0,92\pm0,01$ ). Zié *et al.* (2023) relataram que a substituição por 5%, 10% e 15% de farinha do bagaço do caju havia aumentado o teor de umidade de seus produtos, e sugeriram que isso é um atrativo essencial na elaboração de bolos e outros panificados.

O teor de cinzas, que é o indicador de minerais, permaneceu estatisticamente estável ( $p>0,05$ ), sugerindo que a substituição não impactou consideravelmente o conteúdo mineral. Isto se aplica ao pH que também se manteve numericamente estável com a substituição.

Conceição *et al.* (2022) mostrou que os pães com a farinha do pedúnculo de caju (controle, adição de 2%-6% e 10%-16% de farinha), também apresentaram varáveis estatisticamente iguais com relação aos valores de pH (5,82; 5,54 e 5,50) e valores aproximados de acidez total (4,13; 3,53; 3,43). Ainda, os autores ressaltam que a lei que estabelece as características para a comercialização de pães no Brasil não fixa limites específicos para acidez e pH. No entanto, quando o pH permanece na

faixa de 6,0 pode haver comprometimento da fermentação. Isso pode afetar negativamente atributos sensoriais do pão e redução no seu volume.

Com relação aos macronutrientes, os carboidratos permaneceram com médias aproximadas, mas estatisticamente diferentes ( $p<0,05$ ), com uma leve redução na composição quando se substitui 20% de farinha de trigo por farinha de cambucá. Já o teor de proteínas, manteve-se estável em relação a mudança de 0% para 10% de diminuição da farinha de trigo, mas apresentou uma variação ( $p<0,05$ ) em C20%. Essa diminuição reflete a menor presença de glúten resultante da substituição parcial da farinha de trigo.

Também, os teores de lipídios diminuíram de  $9,6\pm0,01$  g em C0% para  $7,7\pm0,00$  g na C20%, mostrando menor teor de gorduras na farinha substituta. Por influência dos macronutrientes, o valor calórico total também diminuiu com o aumento da farinha de cambucá, de  $318,7\pm0,01$  kcal em C0% para  $279,03\pm0,05$  kcal em C20%, o que pode ser um ponto positivo para formulações mais leves.

É importante ressaltar que, no universo dos produtos panificados, o consumo excessivo destes, pode resultar em problemas à saúde devido os níveis elevados de açúcar, gordura e calorias presentes em suas composições. Com isso, a tendência de substituir esses ingredientes por outras opções mais nutritivas como revelado por este estudo, parece ser benéfica e auxiliar futuramente na fabricação de produtos funcionais ou dietéticos (Goh, Mamat e Aziz, 2024).

Os cupcakes mostraram mudanças nos parâmetros de cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), devido a substituição parcial da farinha de trigo por farinha de cambucá (Tabela 6).

Tabela 6- Análise dos parâmetros de cor da superfície dos cupcakes

Parâmetros de Cor	C0%	C10%	C20%
$L^*$	$61,16\pm0,05^a$	$50,16\pm1,65^b$	$41,9\pm1,47^c$
$a^*$	$15,63\pm0,15^a$	$5,73\pm0,92^b$	$5,05\pm0,17^b$
$b^*$	$36,16\pm0,25^a$	$11,8\pm0,4^b$	$10,63\pm0,85^b$

Legenda: C0 – Formulação padrão com 0% de farinha do cambucá; CFC10, CFC20 contêm 10 e 20% da farinha do cambucá, respectivamente.; <sup>a</sup>- Letras diferentes na linha indicam diferença significativa ( $p<0,05$ ). Fonte: Autoria própria (2025)

O parâmetro de luminosidade ( $L^*$ ) apresenta uma diminuição com o aumento da substituição da farinha de trigo, indicando que os cupcakes ficam mais escuros à medida que a porcentagem da farinha dos coprodutos do cambucá aumenta. Isso pode ser atribuído à cor natural da farinha do cambucá, que é composta por pigmentos

de coloração roxa (Figura 6). Lira *et al.* (2023) explicam que valores que se aproximem ou ultrapassem o grau 90 no parâmetro  $L^*$  indicam um grau adequado de brancura nas farinhas, denotando pureza. Já o contrário disso, pode ser explicado pela presença de cianidinas e carotenoides.

Figura 7-Cupcakes com substituição parcial de 0, 10 e 20% de farinha após forneamento.



Fonte: Autoria própria (2025)

Embora o cambucá seja roxo, contendo componentes de tons avermelhados e azulados, como já citados no ítem 7.1, a diluição desses pigmentos no produto e possíveis interações com outros ingredientes podem reduzir a percepção da tonalidade vermelha (Carlini *et al.*, 2021). Há uma redução expressiva nos valores de  $a^*$ , de  $15,63 \pm 0,15$  (C0%) para  $5,05 \pm 0,17$  (C20%), conforme aumenta a substituição. Isso demonstra uma perda da tonalidade avermelhada, com o produto apresentando tons mais neutros ou amarelados.

O valor de  $b^*$  diminui com a substituição, passando de  $36,16 \pm 0,25$  (C0%) para  $10,63 \pm 0,85$  (C20%). Isso reflete uma redução na tonalidade amarelada, o que resulta em cores mais escuras. As antocianinas em meio ligeiramente ácidos (como as farinhas e massas de pH mais baixo) geralmente apresentam cores mais azuladas ou arroxeadas, o que explica a redução da tonalidade amarela com a adição da farinha de cambucá (Yüctepe *et al.*, 2024).

As médias de  $a^*$  e  $b^*$  em C10% e C20% permaneceram iguais, estatisticamente ( $p > 0,05$ ). Em síntese, os tons vermelho/amarelados não mudam

quando se aumenta de 10% para 20% a substituição de farinha, inferindo que para se obter uma coloração mais profunda neste espectro, deve se elevar a quantidade para além desta porcentagem (>20% de farinha).

Albuquerque *et al.* (2020), ao analisarem a adição de farinha de jabuticaba em *macarons*, perceberam que os parâmetros de ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) foram alterados, com diminuição enfatizada para os parâmetros de  $b^*$ . Isso confirma que, ao adicionar a farinha de coloração roxa/azulada, a superfície da preparação se desloca do amarelado e se torna mais roxa ou pelo menos mais escura.

Por mais que se infira este padrão de escurecimento como sendo das antocianinas, Oliveira, Alencar e Steel (2018) ressaltam que a cor também é resultado de reações de escurecimento não enzimático e degradação de pigmentos, como consequência do processamento de calor-umidade, sendo necessário o aprofundamento destes testes sob outras variáveis.

Sobre as análises de texturometria, é possível observar mudanças na estrutura e consistência dos produtos a partir da substituição parcial da farinha de trigo pela farinha dos coprodutos do cambucá (Tabela 7).

Tabela 7. Análise de textura das diferentes formulações dos cupcakes com FCCS

<b>Parâmetros de Textura</b>	<b>C0%</b>	<b>C10%</b>	<b>C20%</b>
Dureza <sup>1</sup>	3284 ±0,76 <sup>a</sup>	6052±0,38 <sup>b</sup>	3662±0,52 <sup>c</sup>
Coesividade	0,25±0,25 <sup>a</sup>	0,24±0,03 <sup>b</sup>	0,21±0,01 <sup>c</sup>
Elasticidade <sup>2</sup>	13,3±0,26 <sup>a</sup>	13,3±0,15 <sup>a</sup>	12,1±0,30 <sup>b</sup>
Mastigabilidade <sup>3</sup>	4194 ±0,30 <sup>a</sup>	7501,4±1,18 <sup>b</sup>	3533,7±0,25 <sup>c</sup>

Legenda: <sup>1</sup>= expresso em grama-força (gf); <sup>2</sup>= dado em milímetros (mm); <sup>3</sup>=expresso em milijoules (mJ); <sup>a-c</sup>- Letras diferentes na linha indicam diferença significativa ( $p<0,05$ ). Fonte: Autoria própria (2025).

Com relação à dureza, o valor aumenta significativamente na substituição de 0%( $3284 \pm 0,76$ ) para 10% ( $6052\pm0,38$ ), indicando que os *cupcakes* se tornam mais firmes com 10% de farinha de cambucá. No entanto, com 20% de substituição há uma redução para  $3662\pm0,52$ , sugerindo uma possível reorganização da matriz estrutural que reduz a dureza.

Cunha *et al.* (2023) substituíram a farinha de trigo pela farinha obtida da casca e polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na confecção de pão doce. O efeito notado foi que essa mudança na formulação contribuiu com o aumento de fibra bruta,

com a melhora do valor energético. Observou-se, ainda, alterações, como o aumento da dureza, que mesmo sendo em pães foram bem avaliados.

Os valores de coesividade diminuem ligeiramente (de  $0,25\pm0,25$  em C10% para  $0,21\pm0,01$  em C20%) com o aumento da substituição, indicando que os *cupcakes* com mais farinha de cambucá têm menor capacidade de manter sua estrutura coesa ao serem manipulados.

Também se nota que a elasticidade em C20% reduz, corroborando com o que foi encontrado em coesividade. Sader *et al.* (2024) relatam que as proteínas da rede de glúten são responsáveis pela expansão, elasticidade e aderência dos produtos à base de trigo. Quando este cereal é retirado ou diminuído, o principal desafio é encontrar uma combinação que possa substituir essas qualidades em uma preparação.

Com o aumento da dureza, há também um aumento nos valores de mastigabilidade, pois este parâmetro avalia o esforço necessário para que o alimento seja mastigado e engolido. Nesse sentido, este pico de esforço acontece com a amostra de 10%, tendo uma redução com 20% da farinha substituída.

Bertoldo (2021) relata que é comum que a dureza exija uma maior mastigabilidade, afinal é um dos pontos que compõe este parâmetro. Também, explica que na sua amostra com maior adição de farinha, com menor quantidade de gordura de palma, maior teor de umidade e maior teor de  $a_w$ , exigiu menor mastigabilidade. Característica parecida com os parâmetros nutricionais de C20% (Tabela 5).

## 8 CONCLUSÃO

Os dados apresentados sugerem que o cambucá do sertão possui uma boa qualidade nutricional, sendo que sua polpa é mais adequada para consumo imediato e *in natura*, devido ao sabor e maior teor de água. Os coprodutos, com maior densidade nutricional, podem ser aproveitados em produtos como farináceos. Quando transformados em farinha, demonstraram uma alta densidade energética e um perfil nutricional equilibrado, com atrativo para os minerais. Além disso, os resultados obtidos indicam que a substituição parcial da farinha de cambucá modifica a textura e a cor dos *cupcakes*, com impacto mais evidente em 20% de substituição.

Nesse sentido, é necessário que seja explorado cada vez mais este fruto, sendo que os próximos estudos podem enviesar para o lado farmacêutico e biotecnológico, por não se conhecer o seu perfil fitoquímico, como na indústria de cosméticos, fortalecendo sempre a cadeia e produção e os pequenos produtores que serão beneficiados com o alcance de novos mercados.

## REFERÊNCIAS

- ABDEL-HAMEED, S. M. *et al.* Papaya fruit by-products as novel food ingredients in cupcakes. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 68, n. 1, p. 60-74, 2023.
- ALBUQUERQUE, B. R. *et al.* Anthocyanin-rich extract of jabuticaba epicarp as a natural colorant: Optimization of heat- and ultrasound-assisted extractions and application in a bakery product, **Food Chemistry**, v.316, p.126364. Jun. 2020.
- ALMEIDA, R. L. J. *et al.* Differential particle size analysis of jabuticaba bark flour (*Myrciaria cauliflora* Berg). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. e156911875, out. 2020.
- ALMEIDA, L. R.; SILVA, M. J. A importância das frutas nativas no Brasil para a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento sustentável. **Revista Brasileira de Biodiversidade**, v. 30, n. 1, p. 77-92, 2020.
- ANTONIĆ, B. *et al.* Grape pomace valorization: A systematic review and meta-analysis. **Foods**, v. 9, n. 11, p. 1627, 2020.
- ANTUNES, V. C.; RAMOS, G. D. M.; MAIA, M. N. S. Nutritional advantages of using agro-industrial co-products in the production of cookies. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 1, p. 7118–7127, 2022.
- AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 16th ed., 3rd rev. Washington, 1997. 850 p.
- ARAUJO, N. M. P. *et al.* Potential of Brazilian berries in developing innovative, healthy, and sustainable food products. **Sustainable Food Technology**. v. 2, n. 3, p. 506-530. 2024.
- ASHTIANI, S. H. M. *et al.* Impact of gliding arc plasma pretreatment on drying efficiency and physicochemical properties of grape. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 63, p. 102381, jul. 2020.
- ASSIS, R. Q. *et al.* Characterization of mutamba (*Guazuma ulmifolia* LAM.) fruit flour and development of bread. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**. v. 19, p.101120. 2019.
- ABRAFRUTAS. **Para exportar mais de 61 mil toneladas de açaí por ano, aponta estudo**. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2024/09/para-exporta-mais-de-61-mil-toneladas-de-acai-por-ano-aponta-estudo/>. Acesso em: 19 set. 2024.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. Washington: 2005.
- AUGUSTI, P. R. *et al.* Antiproliferative Effect of Colonic Fermented Phenolic Compounds from Jaboticaba (*Myrciaria trunciflora*) Fruit Peel in a 3D Cell Model of Colorectal Cancer. **Molecules**, v. 26, n. 15, p. 4469–4469, 24 jul. 2021.

BARBOSA, D. C. S. *et al.* Chemical composition and acetylcholinesterase inhibitory potential, *in silico*, of Myrciaria floribunda (H. West ex Willd.) O. Berg fruit peel essential oil. **Industrial Crops and Products**, v. 151, p. 112372–112372, 1 set. 2020a.

BARBOSA, T. A. *et al.* Estudo sobre vida útil de guapeva (Pouteria Gardneriana Radlk) e caracterização físico-química da farinha de casca de fruta. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, v. 7 , n.1, p. 5957 – 5971. 2021b.

BARBOSA, I. P.; COSTA, L. B.; ZIEGLER, F. Conhecimento e perfil de consumo de frutos nativos do Cerrado e do Pantanal de Mato Grosso do Sul. **Interações (Campo Grande)**, p. e2523824–e2523824, 2 ago. 2024.

BERTOLDO, T. **Elaboração de cupcakes livres de alergênicos alimentares**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira – PR, 98p. 2021.

BISINOTTO, M. S. *et al.* Bioaccessibility of cashew nut kernel flour compounds released after simulated *in vitro* human gastrointestinal digestion. **Food Research International**. v.139, p.109906. 2021.

BOFF, J. M. *et al.* Chemical, technological, and sensory quality of pasta and bakery products made with the addition of grape pomace flour. **Foods**, v. 11, n. 23, p. 3812, 2022.

BONIN, A. M. F. *et al.* Ripening stage impacts nutritional components, antiglycemic potential, digestibility and antioxidant properties of grumixama (*Eugenia brasiliensis* Lam.) fruit. **Food Research International**. v. 178, p.113956, fev. 2024.

BORGES, L. L.; CONCEIÇÃO, E. C.; SILVEIRA, D. Active compounds and medicinal properties of Myrciaria genus. **Food Chemistry**, v. 153, p. 224–233, jun. 2014a.

BORGES, M. V. *et al.* Propriedades físico-químicas e tecnológicas da farinha do resíduo de açaí e sua utilização. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. e17810514517–e17810514517, Mai. 2021b.

BRACK, P. *et al.* Frutas nativas do Rio Grande do Sul, Brasil: riqueza e potencial alimentício. **Rodriguésia**, v. 71, p. e03102018, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 711, de 01 de julho de 2022**, dispõe sobre os requisitos sanitários dos amidos, biscoitos, cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícias e pães. Diário Oficial da União n.116, Poder Executivo, Brasília, DF, 6 de julho de 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012**, dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 de nov. 2012.

**Cambucá já chegou nas feiras de Aracaju - Destaque Notícias.** Disponível em: <<https://www.destaque noticias.com.br/cambuca-ja-chegou-nas-feiras-de-aracaju/>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

CARLINI, N. R. B. S. et al. Efeito dos ácidos ascórbico e cítrico em propriedades físico-químicas e sensoriais de bolos vegetarianos com suplementação de farinha de bagaço de uva. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, p. e2020243, 2021.

CHAN, Q. et al. Blood pressure interactions with the DASH dietary pattern, sodium, and potassium: The International Study of Macro-/Micronutrients and Blood Pressure (INTERMAP). **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.116, n.1, p. 216-229, jul. 2022.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim Hortigranjeiro**, Brasília, DF, v. 11, n. 08, agosto, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/hortigranjeiros-prohort/boletim-hortigranjeiro/boletins-hortigranjeiros-2025/boletim-hortigranjeiro-agosto-2025.pdf> Acesso em: 24 de Setembro de 2025.

CONCEIÇÃO, A. C. et al. Elaboração e Análise Físico-química e Sensorial de um Pão Fortificado com a Farinha do Resíduo Pedúnculo do Caju (*Anacardium Occidentale* L.). **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 26, n. 2, p. 229-236, 2022.

CORRADIN, M. D. et al. Comparison and diversity of phytochemical profiles of *Spondias mombin* and *S. tuberosa* using LC-MS and multivariate statistical analysis, **Biochemical Systematics and Ecology**, v.117, p. 104912, dez. 2024.

COSTA, J. M. et al. Chemical Composition and Variability of the Volatile Components of *Myrciaria* Species Growing in the Amazon Region. **Molecules**, v. 27, n. 7, p. 2234–2234, 30 mar. 2022a.

COSTA, W. K. et al. First report on the chemical composition of leaf essential oil of *Myrciaria pilosa* Sobral & Couto and its antimicrobial and antivirulence activities against *Staphylococcus aureus*. **Natural Product Research**, v. 36, n. 9, p. 2429–2433, 27 out. 2022b.

COSTA, R. D.; SOUZA, F. G. A contribuição do extrativismo sustentável de frutos nativos para o cumprimento dos ODS no Brasil. **Revista de Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 1, p. 109-121, 2022.

CUNHA, M. C. et al. Physical, chemical and sensory implications of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) sweet bread made with flour, pulp and fruit by-product. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 95, n. 2, p. e20201550, 2023.

DASTMALCHI, K. et al. Edible *Myrciaria vexator* fruits: Bioactive phenolics for potential COPD therapy. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v. 20, n. 14, p. 4549–4555, 1 jul. 2012.

EMBRAPA. **Guaraná: produção e comercialização.** Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2021.

FAO. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2021: Transforming food systems for affordable healthy diets.** Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2021. Disponível em:  
<http://www.fao.org/publications/sofi/2021/en/>. Acesso em: 24 de setembro de 2024.

FDA - FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. 1993. **Content claims nutritional value for "good source", "high" and "more".** Code of Federal Regulations, n. 101d, p. 84-85.

FERREIRA, M. N. et al. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE POLPA DE JABUTICABA. **Revista Agrotecnologia - Agrotec**, v. 9, n. 1, p. 81, 4 jun. 2018.

FIDELIS, M. et al. Camu-camu seed (*Myrciaria dubia*) – From side stream to an antioxidant, antihyperglycemic, antiproliferative, antimicrobial, antihemolytic, anti-inflammatory, and antihypertensive ingredient. **Food Chemistry**, v. 310, p. 125909, abr. 2020.

FIDELIS, M. et al. Response surface optimization of phenolic compounds from jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* [Mart.] O.Berg) seeds: Antioxidant, antimicrobial, antihyperglycemic, antihypertensive and cytotoxic assessments. **Food and Chemical Toxicology**, v. 142, p. 111439–111439, 1 ago. 2020.

FREITAS, C. A. B. et al. Characterization of the Fruit Pulp of Camu-Camu (*Myrciaria dubia*) of Seven Different Genotypes and Their Rankings Using Statistical Methods PCA and HCA. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 27, n. 10, p. 1838–1846, out. 2016.

GAO, B. et al. Progress and trends of research on mineral elements for depression, **Heliyon**. v.10, n.15, e35469, ago.2024.

GARRONI, N. et al. Caracterização físico-química e tecnológica de bolos tipo cupcake incorporados com torta de amêndoas de jerivá e de macaúba. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 12, n. 1, p. 1, 1 jan. 2021.

GOH, S. X.; MAMAT, H.; AZIZ, A. H. A. Valorization of agriculture by-product: Development of gluten-free biscuit made from blends of okara and jackfruit seed flour. **Waste Management Bulletin**, v. 2, n. 2, p. 59-65, 2024.

GUIMARÃES, M. L. L. et al. Potential of use tropical fruit co-products in the elaboration of new food products. **Research, Society and Development**. v. 12, n. 2, p. e14312240012, 2023.

HAAS, W.; VIRÁG, D.; WIEDENHOFER, D.; BLÖTTNITZ, H.. How circular is an extractive economy? South Africa's export orientation results in low circularity and insufficient societal stocks for service-provisioning. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 199, n. 107290, 2023.

- HASAN, M. et al. Fortification of bread with mango peel and pulp as a source of bioactive compounds: A comparison with plain bread. **Food Chemistry Advances**. v. 5, p.100783. 2024.
- HOPKIN, L. ; BROADBENT, H.; AHLBORN, G. J. Influence of almond and coconut flours on Ketogenic, Gluten-Free cupcakes, **Food Chemistry: X**, v.13, n.100182. 2022.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. ed 4. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.
- Institute of Medicine. **Dietary reference intakes: applications in dietary planning**. Washington (DC): National Academy Press; 2003.
- JACOB, M. C. M.; MEDEIROS, M. F. A.; ALBUQUERQUE, U. P. Biodiverse food plants in the semiarid region of Brazil have unknown potential: A systematic review. **PLOS ONE**, v. 15, n. 5, p. e0230936, 7 maio 2020.
- JOSE, M. et al. Valorization of food industry by-product (Pineapple Pomace): A study to evaluate its effect on physicochemical and textural properties of developed cookies. Measurement: **Food**, v. 6, p.100031. 2022.
- JUNIOR, A. G. et al. Plinia cauliflora (Mart.) Kausel: A comprehensive ethnopharmacological review of a genuinely Brazilian species. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 245, p. 112169, dez. 2019.
- KOTECKA-MAJCHRZAK, K. et al. Oilseed proteins – Properties and application as a food ingredient. **Trends in Food Science & Technology**, v. 106, p. 160–170, dez. 2020.
- LANA, V. S. et al. Nutritional and technological potential of umbu-caja and soursop co-product flours. **Food Research International**. v.200, p.115520, dez.2024.
- LEÃO, D. P. et al. Physicochemical characterization, antioxidant capacity, total phenolic and proanthocyanidin content of flours prepared from pequi (*Caryocar brasiliense Camb.*) fruit by-products. **Food Chemistry**, v. 225, p. 146–153, jun. 2017.
- LEMOS, E. E. P. et al. Myrciaria floribunda: cambuí. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. (Ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste**. Brasília, DF: MMA, 2018. P.205-216. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/191194/1/Cambui.pdf> Acesso em: 15 set. 2023.
- LIMA, M. C.; FERRANTE, M. T.; FERREIRA, G. A. Extrativismo sustentável no Cerrado: utilizando manejo de base ecológica e serviços ecossistêmicos na conservação, geração de renda e identidade cultural. **Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934**, Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe, v. 15, n. 2, 2020.

LIMA, E. R. et al. Development and characterization of cookies using passion fruit from the caatinga (*Passiflora cincinnata* Mast.). **Food Science and Technology**, v. 42, p. e56220, 2021.

LIMA, R. R.O; JÚNIOR, N. P. S.; SÁ, F. M. P. Propriedades funcionais do amido do feijão andú (*cajanus cajanl.*) nativo e modificado por acetilação. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**. v.5, n.1, p. 113-126, jan-jun, 2014.

LIRA, E. M. et al. Proximate chemical, functional, and texture characterization of papaya seed flour (*Carica papaya*) for the preparation of bread, **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v.31, p.100675. Mar. 2023.

MACHADO, C. A. A. et al. Elaboração, caracterização e aplicação da farinha do coproducto da agroindústria de coquinho-azedo (*Butia capitata*) em produtos de panificação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 46, n. 1, p. 109-130, 2025.

MACÍAS, M. A. C. et al. Caracterização Físico-Química Da Geleia de Laranja Obtida a Partir Da Variedade Baía Produzida No Alto Hama, Huambo. **Revista Cubana de Química**, v. 32, n. 2, p. 311–330, 2020.

MAGALHÃES, M. P. D. et al. Obtenção da farinha do resíduo do processamento de acerola e avaliação de compostos bioativos e nutritivos. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. e188101420714, 30 out. 2021.

MAIA, J. K. S. et al. Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) peel extracts induce reticulum stress and apoptosis in breast cancer cells. **Food Chemistry: Molecular Sciences**, v. 6, p. 100167–100167, 1 jul. 2023.

MARMITT, D. J. et al. Neuroprotective potential of *Myrciaria pliniodes* D. Legrand extract in an in vitro human neuroblastoma model. **Inflammopharmacology**, v. 28, n. 3, p. 737–748, 15 out. 2019.

MARQUES, R. M. et al. Avaliação do Programa Nacional de Suplementação de Ferro. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v. 32, ago. 2019.

MEDEIROS, L. D. G. et al. Alternative flours from pulp melons (*Cucumis melo* L.): Seasonality influence on physical, chemical, technological parameters, and utilization in bakery product. **Heliyon**, v. 10, n. 9, 2024.

MEDEIROS, A. P.; MARTINS, J. G. O extrativismo sustentável de frutos nativos na Amazônia: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 23, n. 2, p. 149-162, 2021.

MELO, A. M. et al. Valorization of the agro-industrial by-products of bacupari (*Garcinia brasiliensis* (Mart.) through production of flour with bioactive properties. **Food Bioscience**, v. 45, p. 101343, fev. 2022.

MENDES, D. C. S. et al. Microencapsulation of jabuticaba extracts (*Myrciaria cauliflora*): Evaluation of their bioactive and thermal properties in cassava starch biscuits. **LWT**, v. 137, p. 110460, 1 fev. 2021.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **MAPA conquista 11 novos mercados e amplia marca histórica para 89 desde 2023.** Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-conquista-11-novos-mercados-e-amplia-marca-historica-para-89-desde-2023>. Acesso em: 19 set. 2024.

MOREIRA, D. B.; DIAS, T. J.; ROCHA, V. C. Determinação do teor de cinzas em alimentos e sua relação com a saúde. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 10, p. 3041–3053, 23 nov. 2021.

NASCIMENTO, R. P. et al. Freeze-dried jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) peel powder, a rich source of anthocyanins and phenolic acids, mitigates inflammation-driven colorectal cancer in mice. **Food Bioscience**, v. 53, p. 102578–102578, 1 jun. 2023.

NETO, J. R. C.; SILVA, S. M. Caracterização física e físico-química de frutos de *Spondias dulcis* Parkinsoonde diferentes microrregiões do Estado da Paraíba. **COLLOQUIUM AGRARIAE**, v. 15, n. 2, p. 18–28, 1 abr. 2019.

NEVES, E. C. A. et al. Classificações e características nutricionais e tecnológicas de farinhas de mandioca comercializadas em Belém, Pará, Brasil. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, p. e2019143, 2020b.

NEVES, L. C. et al. Postharvest behavior of camu-camu fruits based on harvesting time and nutraceutical properties. **Scientia Horticulturae**, v. 217, p. 276–284, mar. 2017a.

NEVES, N. A. et al. Estudo das características da produção, comercialização e qualidade de produtos derivados de jabuticaba no município de Sabará-Minas Gerais, Brasil. **Revista ELO – Diálogos em Extensão**, v. 9, p. 1–11, 27 maio 2020c.

NGUYEN, T. H. et al. Mercury analysis in environmental samples by EDXRF and CV-AAS. **Fresenius' Journal of Analytical Chemistry**, n.360, p. 199-204, 1998.

OLIVEIRA, F. C. M. et al. Effect of roasting temperature on the physicochemical characteristics, phenolic content and bioactive potential of *Spondias* spp. seed flours. **Food Bioscience**, v 62, p.105053. 2024c.

OLIVEIRA, J. N. et al. Evaluating the potential prebiotic effects of umbu-cajá (*Spondias* spp.) fruit processing by-product flour on the human intestinal microbiota. **LWT**. v.210, p.116764. 2024b.

OLIVEIRA, L. C. ; ALENCAR, N. N. M.; STEEL, C. J. Improvement of sensorial and technological characteristics of extruded breakfast cereals enriched with whole grain wheat flour and jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) peel. **LWT**, v. 90, p. 207-214. Abr. 2018a.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2018. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/2> Acesso em: 08/09/ 2023.

PEREIRA, M. T. M. et al. The in vivo anti-inflammatory potential of Myrciaria glazioviana fruits and its chemical profile using mass spectrometry. **Food Bioscience**, v. 38, p. 100777, dez. 2020.

RIBEIRO, O. D. et al. Seed anatomy and histochemistry of Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh, an Amazonian Myrtaceae. **Flora**, v. 280, p. 151847, jul. 2021.

ROCHA, J. S. DA; FERREIRA, J. C. DE S. Aproveitamento integral dos alimentos e reflexo na saúde da população. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, p. e58711629210, 12 maio 2022.

ROSA, A. G. **Valorização de frutas nativas: potenciais e perspectivas para o uso no desenvolvimento de produtos desidratados**. Monografia (Curso de Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Porto Alegre – RS. 100p. 2021.

ROSA, R. G. et al. Sustainable production of bioactive compounds from jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*): A bibliometric analysis of scientific research over the last 21 years. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, v. 27, p. 100656, jun. 2022.

RUZICKA, M.; HIREMATH, S. Salt and Hypertension: ‘Switch’ing the Focus to Potassium. **American Journal of Kidney Diseases**. v. 83, n.4, p. 546-548, abr. 2024.

SADER, T. et al. Desafios da panificação sem glúten: uma breve revisão. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v. 22, n. 9, p. e6866–e6866, 25 set. 2024.

SALAMI, S. O. et al. South African wild fruits and vegetables under a changing climate: The implications on health and economy, **South African Journal of Botany**, v.145, p.13-27. 2022.

SANTANA, G. S.; FILHO, J. G. O.; EGEA, M.B. Características tecnológicas de farinhas vegetais comerciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n. 2, p. 88-95, abr./jun. 2017.

SANTOS, D.; SILVA, J. A. L.; PINTADO, M. Fruit and vegetable by-products' flours as ingredients: A review on production process, health benefits and technological functionalities. **LWT**, v. 154, p. 112707, jan. 2022d.

SANTOS, E. F. et al. Caracterização físico-química, compostos bioativos e atividade antioxidante total de frutos de cambuzeiro (*Myrciaria floribunda* O. berg). **Revista Ouricuri**, v.7, n.1, p.64-79. jan./abr., 2017a.

- SANTOS, I. L. *et al.* Camu-camu [Myrciaria dubia (HBK) McVaugh]: A review of properties and proposals of products for integral valorization of raw material. **Food Chemistry**, v. 372, p. 131290, mar. 2022c.
- SANTOS, L. F. *et al.* Brazilian native fruit pomace as a source of bioactive compounds on starch-based films: Antimicrobial activities and food simulator release, **International Journal of Biological Macromolecules**. v. 242. 2023e.
- SANTOS, R. M. B. *et al.* Cadeia de produção do camu-camu (myrciaria dubia (kunth) mc vaugh): o caso das regiões produtoras de loreto e ucayali na amazônia peruana. **Interciencia**, v. 43, n. 4, p. 261–268, 2018b.
- SANTOS, Y. J. S. *et al.* Rapid quantification of phenolic content and antioxidant activity in cookies produced with amazonian palm fruit flour using Micro-NIR spectrometer and PLS regression. **Microchemical Journal**. v.195, p.109398. 2023f.
- SCHNEIDER, V. S. *et al.* Dietary fibres from guavira pomace, a co-product from fruit pulp industry: Characterization and cellular antioxidant activity. **Food Research International**. v.132, 2020.
- SCHONS, N. S. M.; PIRES, C. R. F.; PEREIRA, A. S. Caracterização nutricional e tecnológica da farinha de inajá para aplicação em produtos alimentícios. **DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 11, n. 3, 2024.
- SILVA, A. P. G. *et al.* Chemical composition, bioactive compounds, and perspectives for the industrial formulation of health products from uvaia (Eugenia pyriformis Cambess – Myrtaceae): A comprehensive review. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 109, p. 104500, jun. 2022.
- SILVA, A. P. G. *et al.* Plinia trunciflora and Plinia cauliflora: two species rich in bioactive compounds, terpenes, and minerals. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 13, n. 2, p. 921–931, 13 dez. 2018.
- SILVA, D.; PAGANI, A.; SOUZA, R. Elaboração de cupcake adicionado de farinha de resíduo de umbu cajá: Características sensoriais e químicas. **Revista Ciência (In) Cena**, v.1, n. 7, 2018.
- SILVA, M. L. T.; BRINQUES, G. B.; GURAK, P. D. Desenvolvimento e caracterização de bioplásticos de amido de milho contendo farinha de subproduto de broto. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, p. e2018326, 2020.
- SILVA, D. T.; PEREIRA, J. S. A economia circular e o uso sustentável de recursos naturais no Brasil: estudo de caso sobre a valorização de frutas nativas. **Revista de Sustentabilidade e Gestão Ambiental**, v. 15, n. 3, p. 45-58, 2020.
- SILVA, E. I. G. *et al.* Utilizing tamarind residues in the São Francisco valley: food and nutritional potential. **Ciência Rural**, v. 52, n. 12, p. e20210708, 2022.
- SILVA, A. C. DA C.; OLIVEIRA, D. M. DE; GOMES, L. J. What does the list of Brazilian sociobiodiversity species of food value show us? **Rodriguésia**, v. 73, 2022.

SILVA, C. E. DA; NARAIN, N. Physicochemical characterization and bioactive compounds in breadfruit (*Artocarpus altilis*) and its dried products. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e537101523391, 3 dez. 2021.

SOARES, R. A. *et al.* Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) seed extract improves aerobic exercise performance in rats. **Food Research International**, v. 136, p.109549. out. 2020.

SOBRAL, M.; F. COUTO. Four new Myrtaceae from Eastern Brazil **Novon: A Journal for Botanical Nomenclature**, v.16, n.4, p. 520-529. 2006.

SOUSA, W. C.; MORAIS, R. A.; ZUNIGA, A. D. G. Buriti (*Mauritia flexuosa*) shell flour: Nutritional composition, chemical profile, and antioxidant potential as a strategy for valuing waste from native Brazilian fruits, **Food Research International**, v. 190. 2024.

SOUZA, R. L. A. *et al.* Physicochemical, bioactive and functional evaluation of the exotic fruits *Opuntia ficus-indica* AND *Pilosocereus pachycladus* Ritter from the Brazilian caatinga. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 11, p. 7329–7336, 7 abr. 2015.

SPRICIGO, P. C. *et al.* Classical Food Quality Attributes and the Metabolic Profile of Cambuci, a Native Brazilian Atlantic Rainforest Fruit. **Molecules**, v.26 n.12, p. 3613. 2021.

SPRICIGO, P. C. *et al.* Classical Food Quality Attributes and the Metabolic Profile of Cambuci, a Native Brazilian Atlantic Rainforest Fruit. **Molecules**, v.26, n.12, p.3613. 2021.

STADNIK, A.; OLIVEIRA, M. I. U. DE .; ROQUE, N.. Myrtaceae na Serra Geral de Licínio de Almeida, Bahia, Brasil. **Rodriguésia**, v. 69, n. 2, p. 515–552, abr. 2018.

TAKAHASHI, J. A. *et al.* Economic, nutritional, and innovative aspects of non-conventional Brazilian fruits in the international novel foods market, **Food Research International**, v.197, n. 1, p.115223. Dez. 2024.

TAVARES, M. K. N. *et al.* Caracterização biométrica de frutos e sementes e rendimento de polpa de cambucá (*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg) – (Myrtaceae). **Revista Agrária Acadêmica**, v. 8, n. 2, mar. 2025.

TERRA, N. N. *et al.* Atividade de água, pH, umidade e desenvolvimento de *Staphylococcus xylosus* durante o processamento e armazenamento da paleta suína curada, maturada e fermentada. **Food Science and Technology**, v. 27, n. 4, p. 756–760, out. 2007.

United Nations Environment Programme. "Food Waste Index Report 2024. Think Eat Save: Tracking Progress to Halve Global Food Waste". **Knowledge Repository - UNEP**. UNEP. 2024. Acesso em:10 de setembro de 2024. Disponível: <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/45230>

VASCONCELOS, K. M. C. S. G. et al. Evaluation of nutritional composition of flour residue of mangaba processing. **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, p. e248931, 2023.

VENKIDASAMY, B. et al. Unveiling novel applications of fruit pomace for sustainable production of value-added products and health benefits: A review. **Food Bioscience**, v. 61, n.104533, Out. 2024.

WANDERLEY, R. O. S. et al. The Temperature Influence on Drying Kinetics and Physico-Chemical Properties of Pomegranate Peels and Seeds. **Foods**, v. 12, n. 2, p. 286–286, 7 jan. 2023.

WATT, B.; MERRILL, A. L. **Composition of foods: raw, processed, prepared**. Washington DC: Consumer and Food Economics Research, 1963. (Agriculture Handbook, 8).

WU, S.-B.; LONG, C.; KENNELLY, E. J. Phytochemistry and health benefits of jaboticaba, an emerging fruit crop from Brazil. **Food Research International**, v. 54, n. 1, p. 148–159, nov. 2013.

XAVIER, V. L. et al. Nutritional and technological potential of Umbu (Spondias tuberosa Arr. Cam.) processing by-product flour. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 94, n. 1, 2022.

YILMAZ, V. A.; KOCA, İ. Development of gluten-free corn bread enriched with anchovy flour using TOPSIS multi-criteria decision method. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 22, n. October, 2020.

YÜCETEPE, M. et al. Unveiling the multifaceted world of anthocyanins: Biosynthesis pathway, natural sources, extraction methods, copigmentation, encapsulation techniques, and future food applications, **Food Research International**, v. 187, n.114437. Jul. 2024.

ZIÉ, M. et al. Valorization of cashew apple bagasse in food application: Focus on the use and extraction of nutritional or bioactive compounds, **Food and Humanity**, v.1, p. 848-863. Dez. 2023.