



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO**

RAYSSA BARBOSA DA SILVA DE SOUZA

**CARACTERIZAÇÃO, AGREGAÇÃO DE VALOR E APROVEITAMENTO
INTEGRAL DO FRUTO CAMBUCI (*Campomanesia phaea* O. Berg)**

**RIO DE JANEIRO
2026**



RAYSSA BARBOSA DA SILVA DE SOUZA

**CARACTERIZAÇÃO, AGREGAÇÃO DE VALOR E APROVEITAMENTO
INTEGRAL DO FRUTO CAMBUCI (*Campomanesia phaea* O. Berg)**

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Alimentos e Nutrição.

Orientador(a): Profa. Dra. Renata Galhardo Borguini

Co-orientador(a): Profa. Dra. Simone Augusta Ribas

Rio de Janeiro

2026

Catálogo informatizada pelo(a) autor(a)

B Barbosa da Silva de Souza, Rayssa
 Caracterização, agregação de valor e aproveitamento
 integral do fruto cambuci (Campomanesia phaea O. Berg) /
 Rayssa Barbosa da Silva de Souza. -- Rio de Janeiro :
 UNIRIO, 2026.
 64

 Orientadora: Renata Galhardo Borguini.
 Coorientadora: Simone Augusta Ribas.
 Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Estado
 do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Alimentos e
 Nutrição, 2026.

 1. coproduto de cambuci. 2. compostos fenólicos. 3.
 fibras alimentares. I. Galhardo Borguini, Renata, orient.
 II. Ribas, Simone Augusta, coorient. III. Título.

RAYSSA BARBOSA DA SILVA DE SOUZA

**CARACTERIZAÇÃO, AGREGAÇÃO DE VALOR E APROVEITAMENTO
INTEGRAL DO FRUTO CAMBUCI (*Campomanesia phaea* O. Berg)**

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Alimentos e Nutrição.

Aprovado em: 22 /06 /2026.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Renata Galhardo Borguini	 Documento assinado digitalmente RENATA GALHARDO BORGUINI Data: 23/06/2026 14:17:48-0300 Verifique em https://validar.itl.gov.br
Profa. Dra. Francine Albernaz Lobo	 Documento assinado digitalmente FRANCINE ALBERNAZ TEIXEIRA FONSECA LOBO Data: 23/06/2026 20:42:43-0300 Verifique em https://validar.itl.gov.br
Dra. Regina Isabel Nogueira	 Documento assinado digitalmente REGINA ISABEL NOGUEIRA Data: 02/07/2026 11:37:23-0300 Verifique em https://validar.itl.gov.br

*Dedico este trabalho a todos que
sonharam e sonham com a educação, em
especial todos aqueles cujos sonhos não
puderam ser realizados.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Luiz e Jucilene, por me apoiarem desde sempre, embarcarem nas minhas loucuras e sempre, sem exceção, acordarem junto comigo antes do sol nascer todas as vezes que foram necessárias. Sem seu amor e apoio incondicional e torcida constante nada disso teria sido possível. Obrigada por terem acreditado em mim e no meu potencial, por terem sido os primeiros a sugerir que eu tentasse o mestrado e terem sido grandes inspirações, cada um à sua maneira, desde que eu me entendo por gente. Sou muito grata e feliz por ter o privilégio de ser filha de vocês. Amo muito vocês!

Às minhas queridas orientadoras Renata e Simone, por terem acreditado em mim desde o primeiro momento, por serem fonte de tranquilidade, direcionamento e conhecimento durante esses dois anos e por serem grandes inspirações. Serei para sempre grata por tudo!

Ao meu irmão Miguel, minha avó Mina e a minha tia Jaciara por também terem acompanhado de pertinho toda essa jornada e por terem escutado as incontáveis horas falando sobre a minha pesquisa mesmo sem entenderem muito. Também agradeço a toda a minha família pelo apoio e torcida, cada um à sua maneira.

À toda equipe do Laboratório de Cromatografia Líquida da Embrapa Agroindústria de Alimentos, em especial Laura, Denis e Luan pela amizade, troca de experiências e por todas as visitas para comprar doce pós almoço, e Manuela, Sidney, Monalisa, Luzimar, Paola e Maria de Lourdes por todo o aprendizado e parceria. Muito obrigada a todos vocês por terem feito o processo da pesquisa muito mais leve, cada um à sua forma!

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição da UNIRIO, e em especial à professora Maria Gabriela por ter sido um grande apoio no meu aprendizado no que é ser um professor na sala de aula. Também estendo esse agradecimento a todos os professores que moldaram a pessoa e profissional que sou e almejo ser: Alex, Beatriz, Wander, Fátima, Carla, João, Fernanda e muitos outros, que desde a educação básica e passando pela graduação em Nutrição, foram cruciais para que eu alcançasse meus objetivos acadêmicos. Desejo que continuem moldando e mudando a vida de muitos jovens para que eles possam realizar seus sonhos!

Ao meu querido Vinicius, que por entender todo o processo e vivenciá-lo comigo nos últimos tempos foi um grande apoio e excelente parceiro de discussão acadêmica. Obrigada por todas as videochamadas de escrita conjunta, cada um com sua dissertação. Torço para que, em breve, estejamos discutindo nossas teses de doutorado e comemorando muito juntos!

Às minhas queridas Renata, Poliana, Tatiana, Carol, Ingrid, Débora, Ana e Laura, por desde o início terem tornado o processo da pós-graduação muito mais leve. Serei para sempre grata pelo acolhimento e amizade. Às minhas muito queridas Ana Clara, Maria Eduarda e Anna Beatriz por sempre estarem disponíveis para ouvir meus anseios e medos, em especial nos momentos mais tensos de todo o processo e por todos esses anos de amizade.

Deixo aqui também meus agradecimentos à CAPES, CNPq, UNIRIO, Embrapa Agroindústria de Alimentos e Agro Asmussen por terem dado o suporte necessário para que essa pesquisa saísse do papel, seja com bolsas, fomentos, estrutura e matéria prima.

E, por fim, agradeço a Deus pela oportunidade de realizar mais um sonho de infância, podendo trabalhar com algo que eu amo muito, que me inspira e que eu acredito que tem potencial de fazer do mundo um lugar melhor.

RESUMO

O cambuci (*Campomanesia phaea* O. Berg) é uma espécie pouco conhecida da família Myrtaceae, encontrada principalmente nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. Seu fruto apresenta sabor ácido e um aroma adocicado e intenso, sendo comercializado na forma de polpas e sucos, além de ser utilizado na produção de bebidas alcoólicas e doces. Após o processamento do fruto utiliza-se exclusivamente sua polpa, o coproduto resultante do despolpamento consiste em casca e sementes é frequentemente descartado. Nesse contexto, surgiu a demanda da agroindústria para o uso do coproduto, que representa 30 % do volume total, considerando a possibilidade de aproveitamento integral do fruto. Neste estudo foi realizada a caracterização do fruto do cambuci, de seu coproduto úmido e de seu coproduto seco, além da produção da farinha de coproduto de cambuci por meio de secagem convectiva e moagem do material seco, utilizando-se o coproduto liofilizado como controle positivo. A composição de fenólicos e o perfil de compostos voláteis foram determinados por meio de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência e Cromatografia Gasosa, respectivamente, além da realização de testes de estabilidade desses compostos ao longo do armazenamento, visando avaliar a capacidade flavorizante e bioativa da farinha. A farinha de coproduto de cambuci obtida por secagem convectiva foi aplicada em formulações de biscoitos amanteigados, com o objetivo de avaliar sua aceitação sensorial. Foram elaboradas formulações contendo 0 %, 10 %, 15 %, 20 % e 25 % de farinha de coproduto de cambuci. Durante o estudo da estabilidade, verificou-se aumento de ácido gálico hidrolisado e ácido elágico livre e hidrolisado sugere que houve degradação de elagitaninos e galotaninos ao longo do armazenamento. A liofilização preservou o ácido siríngico livre, enquanto a secagem convectiva teve desempenho similar ao da liofilização nos ácidos elágico e gálico. A farinha de coproduto de cambuci também apresentou alto teor de fibras (57,17 g/100g), indicando potencial para enriquecimento nutricional da dieta. O perfil de compostos voláteis manteve-se relativamente similar ao longo do armazenamento. As formulações dos biscoitos adicionados com farinha de coproduto de cambuci em 20 % e 25 % obtiveram as menores médias de aceitação global, resultado esperado devido à maior concentração da farinha nas formulações. Além disso, mais de 90 % dos avaliadores não conheciam o fruto cambuci e nunca haviam provado nenhum produto derivado dele. Desta forma, este estudo demonstrou que é possível elaborar uma farinha de coproduto de cambuci com elevado teor de fibras e que mantenha suas características aromatizantes e bioativas durante o armazenamento. A utilização da secagem convectiva destaca-se por dispensar equipamentos tecnológicos avançados, tornando a produção desta farinha acessível às pequenas agroindústrias e contribuindo para o aproveitamento integral do fruto e a redução do desperdício de nutrientes.

Palavras-chave: coproduto de cambuci, compostos fenólicos, fibras alimentares, compostos voláteis

ABSTRACT

The cambuci (*Campomanesia phaea* O. Berg) is a little-known species of the Myrtaceae family, found mainly in the states of São Paulo, Minas Gerais, and Rio de Janeiro. Its fruit has a tart flavor and a sweet, intense aroma; it is sold as pulp and juice and is also used in the production of alcoholic beverages and sweets. After processing the fruit, only the pulp is used; the byproduct resulting from pulping, consisting of peel and seeds, is often discarded. In this context, there has been a growing demand from the agroindustry to utilize this byproduct, which accounts for 30% of the total volume, considering the potential for full utilization of the fruit. In this study, the cambuci fruit, its wet byproduct, and its dry byproduct were characterized, and cambuci byproduct flour was produced through convective drying and grinding of the dry material, using the freeze-dried byproduct as a positive control. The phenolic composition and the profile of volatile compounds were determined using High-Performance Liquid Chromatography and Gas Chromatography, respectively, in addition to conducting stability tests of these compounds during storage, aiming to evaluate the flavoring and bioactive capacity of the flour. Cambuci byproduct flour obtained by convective drying was incorporated into butter cookie formulations to evaluate its sensory acceptance. Formulations containing 0%, 10%, 15%, 20%, and 25% cambuci byproduct flour were prepared. During the stability study, an increase in hydrolyzed gallic acid and free and hydrolyzed ellagic acid was observed, suggesting that ellagitannins and gallotannins degraded during storage. Freeze-drying preserved free syringic acid, while convective drying performed similarly to freeze-drying with regard to ellagic and gallic acids. Cambuci byproduct flour also had a high fiber content (57.17 g/100 g), indicating potential for nutritional enrichment of the diet. The profile of volatile compounds remained relatively similar throughout storage. The cookie formulations containing 20% and 25% cambuci byproduct flour received the lowest overall acceptance scores, a result that was expected given the higher concentration of the flour in those formulations. Furthermore, more than 90% of the evaluators were unfamiliar with the cambuci fruit and had never tasted any product derived from it. Thus, this study demonstrated that it is possible to produce a cambuci byproduct flour with a high fiber content that retains its flavor and bioactive properties during storage. The use of convective drying stands out for not requiring advanced technological equipment, making the production of this flour accessible to small agribusinesses and contributing to the full utilization of the fruit and the reduction of nutrient waste.

Keywords: cambuci byproduct, phenolic compounds, dietary fibers, volatile compounds

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. (A) Cambuci verde e (B) cambuci maduro. (Fonte: Tokairin, Neto & Jacomino, 2018).	19
Figura 2. Coproduto da despolpa de cambuci descongelado (Foto: Rayssa B. S. Souza).	23
Figura 3. LASEN com as amostras e copos de água posicionados (Foto: Rayssa B. S. Souza).	29
Figura 4. Perda de massa (água) do coproduto de cambuci durante a secagem.	38
Figura 5. Perfil dos consumidores de acordo com assinalação de sexo (A), faixa etária (B), conhecimento sobre o fruto cambuci (C) e frequência de consumo de cambuci (D).	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Proporção dos ingredientes utilizados na formulação dos biscoitos.	28
Tabela 2. Composição centesimal, vitamina C e açúcares do fruto de cambuci.	31
Tabela 3. Teor de compostos fenólicos do fruto do cambuci.	33
Tabela 4. Teor e perfil de carotenoides do fruto do cambuci.	34
Tabela 5. Perfil de compostos voláteis (majoritários) do fruto cambuci.	35
Tabela 6. Composição centesimal e perfil de açúcares do coproduto de cambuci.	36
Tabela 7. Perfil de compostos voláteis (majoritários) no coproduto de cambuci.	37
Tabela 8. Análise microbiológica do coproduto de cambuci.	37
Tabela 9. Composição centesimal e valor calórico do coproduto de cambuci desidratado.	38
Tabela 10. Teor de compostos fenólicos do coproduto de cambuci desidratado.	39
Tabela 11. Teor de compostos fenólicos (majoritários) na fração livre do coproduto desidratado ao longo do armazenamento.	41
Tabela 12. Teor de compostos fenólicos (majoritários) na fração hidrolisada do coproduto desidratado ao longo do armazenamento.	42
Tabela 13. Perfil de açúcares do coproduto desidratado por secagem convectiva e liofilização.	43
Tabela 14. Perfil de compostos voláteis do coproduto seco por secagem convectiva ao longo do armazenamento.	44
Tabela 15. Perfil de compostos voláteis do coproduto seco por liofilização ao longo do armazenamento.	45
Tabela 16. Composição centesimal dos biscoitos elaborados com substituição de farinha de coproduto de cambuci em 0%, 10%, 15%, 20% e 25%.	46
Tabela 17. Compostos voláteis majoritários dos biscoitos elaborados com substituição de farinha de coproduto de cambuci em 0%, 10%, 15%, 20% e 25%.	47
Tabela 18. Análise microbiológica dos biscoitos elaborados com substituição de farinha de coproduto de cambuci.	49
Tabela 19. Notas dos consumidores durante a análise sensorial os biscoitos com substituição de farinha de cambuci.	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
FC	Farinha de coproduto de cambuci
IN	Instrução Normativa
ONU	Organização das Nações Unidas
RATA	Rate All That Apply
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RJ	Rio de Janeiro (estado)
SP	São Paulo (estado)
UFC	Unidades Formadoras de Colônias
UNIRIO	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
IDR	Ingestão Diária Recomendada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. JUSTIFICATIVA	16
3. OBJETIVOS	17
3.1. Objetivo geral	17
3.2. Objetivos específicos	17
4. REFERENCIAL TEÓRICO	18
4.1. Cambuci (<i>Campomanesia phaea</i>)	18
4.2. Coprodutos e o aproveitamento integral dos frutos	20
4.3. Farinha de coproduto de frutas	21
4.4. Biscoitos funcionais	22
5. MATERIAL E MÉTODOS	23
5.1. Amostras	23
5.1.1. Parâmetros de secagem do coproduto de cambuci	23
5.2. Métodos	24
5.2.1. Secagem do coproduto de cambuci e produção da farinha	24
5.2.2. Análise de compostos fenólicos	25
5.2.3. Análise de carotenoides	26
5.2.4. Análise de ácido ascórbico (Vitamina C)	26
5.2.5. Análise de açúcares	27
5.2.6. Análise de voláteis	27
5.2.7. Atividade de água	28
5.2.8. Análise sensorial	28
5.2.8.1. Elaboração dos biscoitos	28
5.2.8.2. Avaliação sensorial	29
5.2.8.3. Aceitação por escala hedônica	29
5.2.8.4. RATA (Rate-All-That-Apply)	30
5.2.8.5. Dados demográficos	30
5.2.9. Análise microbiológica	30
5.2.10. Análise estatística	30
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
6.1. Composição do fruto cambuci	31
6.1.1. Caracterização de compostos fenólicos do fruto cambuci	32
6.1.2. Caracterização do perfil de carotenoides do fruto de cambuci	33
6.1.3. Caracterização dos compostos voláteis do fruto de cambuci	34
6.2. Caracterização do coproduto de cambuci	35
6.2.1. Composição centesimal do coproduto de cambuci	35
6.2.2. Caracterização de compostos fenólicos do coproduto de cambuci	36
6.2.3. Análise microbiológica do coproduto de cambuci	37
6.3. Caracterização do coproduto após Cinética de Secagem	37

6.3.1. Composição centesimal do coproduto de cambuci desidratado	38
6.3.2. Caracterização de compostos fenólicos do coproduto de cambuci desidratado	39
6.4. Caracterização do coproduto desidratado para estudo de estabilidade	40
6.4.1. Composição de fenólicos do coproduto desidratado	41
6.4.2. Caracterização de açúcares do coproduto de cambuci desidratado	43
6.4.3. Caracterização de compostos voláteis do coproduto de cambuci desidratado	44
6.5. Composição dos biscoitos	45
6.5.1. Caracterização da composição centesimal dos biscoitos elaborados com farinha de coproduto de cambuci	46
6.5.2. Caracterização de compostos voláteis dos biscoitos elaborados com farinha de coproduto de cambuci	47
6.6. Análise microbiológica dos biscoitos	49
6.7. Análise sensorial	50
6.7.1. Teste de aceitação	50
6.7.1. Perfil dos consumidores	54
7. CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS	57

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Campomanesia phaea*, também chamada de cambuci, é nativa da Mata Atlântica brasileira, sendo principalmente localizada na região entre São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. Além disso, a espécie pertence à família *Myrtaceae*, que engloba frutos muito relevantes para o país como a goiaba, a jabuticaba e a pitanga (Santoro *et al.*, 2020). O fruto do cambuci apresenta casca fina e de tom esverdeado, sua polpa corresponde a cerca de 80% de seu rendimento. Apresenta sabor ácido similar ao de limão, sendo muito utilizado para saborizar cachaças, produção de sucos e doces como compotas e geleias (Ronchi, 2021; Moreno *et al.*, 2024).

Espécies nativas, em especial as que correm risco de extinção, se beneficiam largamente do desenvolvimento de produtos de alto valor agregado que derivam do fruto e de seus coprodutos como matéria prima, sendo estratégico para gerar interesse e consequente valorização econômica da espécie (Borguini *et al.*, 2025).

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas ao redor do globo, obtendo reconhecimento internacional por sua fruticultura diversa que ultrapassa os 2 milhões de hectares em área de cultivo (Brasil, 2022). Possui grande potencial de valorização da diversidade vegetal encontrada no país, com potencial de gerar empregos e renda ao longo de toda a cadeia de produção. Além disso, o Brasil é responsável por cerca de 33 bilhões de reais por meio de sua fruticultura, onde a exportação de frutas, especialmente as cítricas, para produção de sucos correspondem a 75% desse valor (Brasil, 2022).

O uso dos coprodutos gerados na cadeia produtiva das frutas vem sendo considerada uma opção economicamente vantajosa para a indústria, capaz de reduzir custos de tratamento desses resíduos que normalmente são descartados, diminuir impactos no meio ambiente e também tendo potencial de agregar valor nutricional em produtos alimentícios (Ramos *et al.*, 2023).

Além disso, os coprodutos das frutas vêm sendo estudados pela comunidade científica, apresentando teores relevantes de compostos bioativos em suas cascas, sementes e bagaços, tendo por consequência da presença desses compostos, potencial antioxidante, anti-inflamatório e outros benefícios à saúde humana (Ramos *et al.*, 2023; Narita *et al.*, 2022).

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários produzidos pelos vegetais, que tem função de proteção contra patógenos, predadores e radiação UV para as plantas, sendo um dos mais abundantes compostos antioxidantes encontrados nos vegetais. São sintetizados a partir das vias do fenilpropanóide, shikimato e da pentose fosfato (Rocha *et al.*, 2011; Araújo *et al.*, 2021). Possuem potencial de proteção contra doenças cardiovasculares, redução

de estresse oxidativo e vem sendo estudados como adjuvantes em Doenças Crônicas Não Transmissíveis como diabetes, câncer e síndrome metabólica, além de terem efeitos modulatórios da microbiota intestinal (Rocha *et al.*, 2011; Narita *et al.*, 2022; Mihaylova *et al.*, 2024). Os compostos fenólicos podem ser encontrados de forma livre, que é mais solúvel, ou ligada, sendo insolúvel, podendo ser classificados de algumas formas, como em dois grandes grupos, flavonóides e não flavonoides, ou flavonoides, ácido fenólicos, antocianinas e taninos (Mihaylova *et al.*, 2024).

Os ácidos fenólicos apresentam um grupo ácido carboxílico. Os ácidos clorogênico, ferúlico, cafeico, p-cumárico e sinápico são ácidos hidroxicinâmicos comuns, definidos por meio dos dois esqueletos de carbono com pelo menos um hidrogênio, que pode vir a ser trocado por um grupo hidroxila; já os ácidos vanílico, p-hidroxibenzóico, protocatecuico, gálico e siríngico são ácidos hidroxibenzóicos, que são caracterizados por um grupo carboxílico (COOH), sendo esses dois grupos subdivisões dos ácidos fenólicos (Mihaylova *et al.*, 2024; Araújo *et al.*, 2021).

A aplicação de coprodutos de frutas na forma de farinhas tem sido amplamente estudada com o objetivo de utilizá-los como suplementos ou ingredientes alimentícios. Essas farinhas podem ser incorporadas à elaboração de pães, biscoitos e outros produtos de panificação, contribuindo para o sabor, aroma, aparência e valor nutricional das formulações (Ramos *et al.*, 2023; Narita *et al.*, 2022). Diversos estudos têm avaliado frutos nativos do Brasil, como o buriti (*Mauritia flexuosa* L.), cajá (*Spondias mombin* L.), gueroba (*Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) (Borguini *et al.*, 2025; Araújo, 2023; Honório, 2022; Narita *et al.*, 2022), demonstrando o interesse na utilização desses frutos e de seus coprodutos como ingredientes bioativos em produtos de panificação.

Dessa forma, o objetivo do estudo foi determinar a composição nutricional e o teor de compostos bioativos dos frutos de cambuci, além de agregar valor e promover o uso integral do fruto por meio da elaboração de uma farinha a partir do coproduto do despulpamento do cambuci.

2. JUSTIFICATIVA

Considerando que produtores do cambuci tem como principal queixa a grande perecibilidade do fruto, a necessidade de uma caracterização completa do fruto para avaliação de seu potencial de uso e da necessidade de agregar valor por meio do processamento e do aproveitamento integral do fruto, apresenta-se o presente estudo.

Existem obstáculos relacionados à valorização do fruto da espécie *Campomanesia phaea*, como a alta perecibilidade dos frutos, que dificulta a logística para que o cambuci *in natura* chegue aos consumidores. Desse modo, o processamento do fruto com agregação de valor ao mesmo, o aproveitamento integral, por meio da aplicação dos resíduos do processamento, pode apontar caminhos para o melhor desenvolvimento da cadeia de valor do cambuci.

Além disso, o estudo surgiu de uma demanda da própria indústria de alimentos em aplicar o coproduto da despolpa do cambuci, a fim de conhecer melhor suas propriedades nutricionais e bioativas, além de sua aceitação quando aplicado em produtos de panificação como biscoitos.

Esse estudo se correlaciona com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, especificamente a ODS 2: Fome zero e agricultura sustentável, que possui como objetivo “erradicar a fome, alcançar a segurança alimentar, melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável” (ONU, 2026), por meio do aproveitamento integral do fruto cambuci e sua consequente aplicação que adiciona fibras e compostos fenólicos aos produtos, que nesse estudo foram as formulações de biscoitos e a ODS 12: Consumo e produção responsáveis, que busca “garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis” (ONU, 2026), por meio do consumo sustentável do aproveitamento integral e redução de descarte de resíduos da agroindústria no meio ambiente, que pode gerar poluição e contaminação do solo e água potável.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Determinar a composição nutricional e o teor de compostos bioativos, agregar valor e promover o uso integral do fruto do cambuci.

3.2. Objetivos específicos

Determinar a composição centesimal, teor de açúcares e compostos bioativos do fruto *in natura*, coproduto úmido e coproduto seco do cambuci.

Identificar os compostos voláteis do fruto e do coproduto úmido e seco por Cromatografia Gasosa.

Elaborar um produto em pó a partir do coproduto da extração da polpa de cambuci.

Determinar umidade, composição centesimal, teor de compostos bioativos e compostos voláteis da farinha de coproduto de cambuci.

Realizar o estudo da estabilidade da farinha de coproduto de cambuci.

Aplicar a farinha de coproduto de cambuci na formulação de biscoitos amanteigados e realizar análise sensorial do produto obtido.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. Cambuci (*Campomanesia phaea*)

A *Campomanesia phaea* O. Berg é um espécie da família Myrtaceae, uma grande família de frutíferas, que engloba espécies como a jabuticaba, camu-camu, goiaba, uvaia, grumixama, grumixama-açu, dentre outras (Donado-Pestana *et al.*, 2015; Ronchi, 2021; Moreno *et al.*, 2024; Souza *et al.*, 2025). Seu nome popular, cambuci, deriva da língua tupi-guarani, por seu formato ser similar aos vasos de barro feitos pela população nativa, podendo também ser denominado por outras nomenclaturas como camocim, ubucambuci, cambuchi, dentre outros (Ferrari, 2014; Tokairin, Neto & Jacomino, 2018). O cambucizeiro cresce na costa brasileira, na altura da Serra do Mar entre os estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, tendo uma presença particular na história e cultura bandeirante (Donado-Pestana *et al.*, 2015; Ronchi, 2021; Moreno *et al.*, 2024). Pode alcançar até 5 metros de altura, tendo uma floração branca que surge entre os meses de agosto e janeiro, com maior intensidade entre novembro e dezembro, já sua frutificação ocorre entre janeiro e junho, com pico ocorrendo em março (Ferrari, 2014; Tokairin, Neto & Jacomino, 2018).

O fruto de cambuci apresenta formato ovóide-romboidal e cume horizontal, característica que lhe confere uma aparência peculiar frequentemente descrita como semelhante à de uma “nave espacial”, conforme ilustrado na Figura 1. O fruto possui aroma intenso e adocicado, polpa succulenta de coloração esbranquiçada e sabor marcadamente ácido, comparável ao do limão. Além de seu potencial para consumo alimentício, com comercialização na forma in natura, polpas, compotas, geleias e como ingrediente para aromatização de bebidas alcoólicas, como cachaças e licores, o cambuci também apresenta aplicações promissoras nos setores cosmético e farmacêutico (Donado-Pestana *et al.*, 2015; Ferrari, 2014; Ronchi, 2021; Moreno *et al.*, 2024).

A casca é fina e apresenta coloração predominantemente verde, tornando-se verde-amarelada ao longo do processo de maturação (Ferrari, 2014; Ronchi, 2021). A produção anual de cambuci pode atingir aproximadamente 300 toneladas de frutos (Moreno *et al.*, 2024), evidenciando o potencial produtivo da espécie.

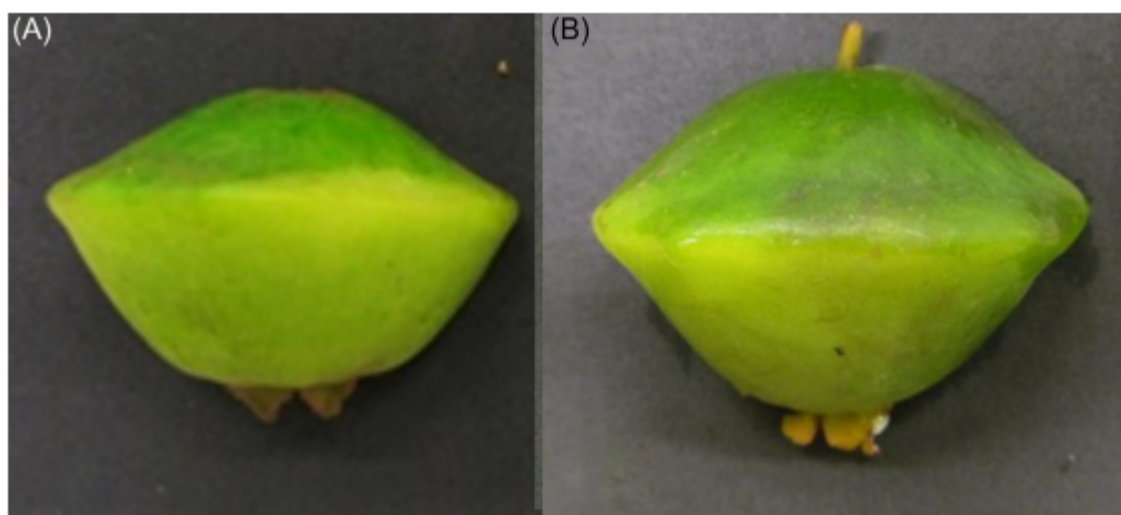


Figura 1. (A) Cambuci verde e (B) cambuci maduro. (Fonte: Tokairin, Neto & Jacomino, 2018).

Diversos estudos têm utilizado o cambuci como objeto de investigação, empregando tanto a polpa quanto extratos obtidos a partir do fruto. Essas pesquisas concentram-se principalmente na caracterização de compostos bioativos, na avaliação de sua atividade antioxidante e na investigação dos efeitos do consumo do cambuci sobre condições de saúde, incluindo doenças cardiovasculares e obesidade (Donado-Pestana *et al.*, 2015; Donado-Pestana *et al.*, 2018).

A colheita do cambuci ocorre após o amadurecimento dos frutos, quando estes se tornam mais macios e se desprendem naturalmente da planta. Em geral, os frutos são recolhidos do solo pelos produtores, prática que pode aumentar os riscos de perdas pós-colheita e de contaminação (Ferrari, 2014).

Nas últimas décadas, o cambuci tem despertado crescente interesse, especialmente após a criação da Rota Gastronômica do Cambuci, iniciativa lançada em 2004 no município de Santo André, São Paulo. Organizado por agricultores e comerciantes locais, o projeto teve como objetivos a conservação da espécie, anteriormente ameaçada pela redução de sua ocorrência, e a valorização da biodiversidade regional por meio do estímulo às atividades gastronômicas, turísticas, econômicas e culturais. Embora a iniciativa tenha contribuído para ampliar a visibilidade do fruto e promover seu uso, ainda são necessárias políticas públicas de incentivo e a ampliação do conhecimento científico sobre a espécie, particularmente em aspectos relacionados à produção, ao desenvolvimento de novos produtos e à comercialização do cambuci (Ronchi, 2021).

Apesar do crescente interesse científico pelo cambuci, a casca e as sementes do fruto permanecem subexploradas quando comparadas à polpa. Essa lacuna reflete uma problemática recorrente na cadeia produtiva hortifrutícola, na qual coprodutos que podem corresponder a até 30% da matéria-prima são frequentemente descartados, em vez de valorizados e reaproveitados, ocasionando perdas significativas de nutrientes e compostos bioativos com potencial benefício à saúde humana (Moreno *et al.*, 2024).

Portanto, a utilização das partes usualmente não consumidas do cambuci pode ser benéfica para a espécie, uma vez que acrescentando interesse em seu uso, por reduzir o desperdício de um fruto tão perecível, pode se transformar em novas aplicações que sejam inovadoras e com menor risco de perdas, além de incrementar o potencial nutricional das preparações onde seja ingrediente.

4.2. Coprodutos e o aproveitamento integral dos frutos

O Brasil destaca-se como um dos principais produtores de frutas do mundo, com produção anual estimada em cerca de 40 milhões de toneladas (Embrapa, 2025; Magalhães *et al.*, 2021). Apesar dessa expressiva produção, a fruticultura nacional concentra-se em um número restrito de espécies, o que limita o aproveitamento e a valorização de frutos nativos brasileiros. Além disso, a cadeia produtiva é marcada pela geração de quantidades significativas de resíduos e desperdícios ao longo das etapas de produção e processamento (Magalhães *et al.*, 2021).

Os coprodutos são partes das frutas e vegetais que não são utilizadas convencionalmente, como cascas, sementes e bagaços, que após processamento, são descartados pela agroindústria, sendo considerados como resíduos agroindustriais. Esses resíduos, muitas das vezes, são descartados de forma inadequada, gerando impactos no meio ambiente, uma vez que possuem grandes potenciais fermentativos e de biodegradação, podendo levar inclusive à contaminação do solo de onde foram descartados (Santos *et al.*, 2025).

Dessa maneira, o aproveitamento integral dos frutos vem se tornando uma solução promissora para a indústria de alimentos, visando a incorporação de nutrientes por meio de partes dessas frutas que normalmente seriam encaminhadas para descarte como bagaços, cascas e sementes, aprimorando a composição nutricional de produtos processados e ultraprocessados, além de incentivar a criação de alternativas que permitam a aplicação desses coprodutos de formas diversas. Também possui potencial de geração de impactos positivos na sustentabilidade como a promoção do uso consciente dos recursos naturais, reduzindo o

descarte de resíduos no ambiente (Narita *et al.*, 2022; Santos *et al.*, 2025; Guimarães *et al.*, 2023). Além disso, o aproveitamento integral dos frutos é capaz de gerar mais receita para os pequenos e médios produtores, por meio do desenvolvimento de novos produtos, tendo potencial de atingir públicos diversos.

Ademais, a utilização desses coprodutos pode adicionar mais fibras, vitaminas, minerais e compostos com potencial antioxidante em receitas que normalmente são pobres ou menos ricas desses nutrientes, tornando mais acessível uma alimentação completa e diversa para o brasileiro (Magalhães *et al.*, 2021).

Dessa maneira, a aplicação desses coprodutos pode ser positiva, pois vai ao encontro com os ideais da bioeconomia, por reduzir os desperdícios das partes nutritivas dos frutos, retirando-as de ciclos que podem levar à poluição do meio ambiente, além de aumentar potencial nutritivo e diversificar as opções disponíveis para a população, expandindo seus padrões alimentares.

4.3. Farinha de coproduto de frutas

A ANVISA, por meio da RDC nº 263 (2005) denomina como farinha os produtos obtidos de partes comestíveis de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas, que passem por moagem ou outros processos, desde que sejam seguros para a produção de gêneros alimentícios (Brasil, 2005).

As farinhas elaboradas a partir da desidratação de frutas vem sendo uma opção para a criação de novos produtos e ingredientes, uma vez que é capaz de trazer frutas de alta umidade e consequente alta perecibilidade a ter maior vida de prateleira, sendo aplicável como saborizante em produtos alimentícios como pães, bolos, barras de cereais, dentre outros (Chagas *et al.*, 2020; Moreto *et al.*, 2020).

A aplicação de farinhas obtidas de frutas é capaz de agregar valor nutricional, podendo também atuar como saborizante e corante natural, possibilitando muitas vezes melhorar a aceitação dos produtos pelos consumidores, além de ser uma forma de estender a vida útil daquela fruta (Moreto *et al.*, 2020).

Algumas espécies que vêm sendo aplicadas na forma de farinha e visando o aproveitamento integral são a jabuticaba (Freitas-Sá *et al.*, 2018), o jamelão (Freitas-Sá *et al.*, 2018), o jambo (Peixoto *et al.*, 2016), a acerola (Magalhães *et al.*, 2021), o pequi (Narita *et al.*, 2022), a tangerina (Ramos *et al.*, 2023), a feijoa (Oliveira & Aquino, 2021), dentre muitos outros, demonstrando que o interesse em reduzir impacto ambiental e enriquecer

nutricionalmente produtos enquanto diversifica as opções de produtos disponíveis vem ganhando cada vez mais espaço na indústria e na pesquisa científica.

4.4. Biscoitos funcionais

Segundo a RDC nº 263, publicada no ano de 2005, os biscoitos são produtos que são obtidos por meio da mescla entre farinhas e outros ingredientes, que são submetidos a amassamento e cocção (Brasil, 2005).

Biscoitos têm sua qualidade medida por meio dos atributos de sabor, textura, aparência, dentre outros. Historicamente, o biscoito é considerado um produto alimentício de longa vida útil, gerando interesse comercial devido à praticidade de elaboração, onde são utilizados poucos ingredientes, e pela grande capacidade de comercialização por permitir ser transportado por longas distâncias até os pontos de venda. Além disso, os biscoitos são também uma boa opção para a inclusão de nutrientes (Moreto *et al.*, 2020; Osama *et al.*, 2023).

Segundo o Brasil Food Trends (2025), os ingredientes funcionais vêm sendo associados pelo público brasileiro às sensações de bem-estar e vitalidade, relacionando-os com saúde. Conjuntamente, vem crescendo a necessidade de priorizar o uso de espécies nativas em receitas tradicionais, como a caipirinha. Adicionalmente, esse é um momento onde pequenos produtores e cooperativas ganham espaço, garantindo qualidade e sustentabilidade, que cresce nas preocupações do brasileiro médio, impulsionando a qualidade nutricional das refeições por meio do aumento de consumo de compostos antioxidantes e bioativos, enquanto reforçam a identidade gastronômica brasileira (Brasil *Food Trends*, 2025).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Amostras

Os frutos de cambuci foram coletados no município de Natividade da Serra - SP, Brasil (-23.37556° , -45.44194°) e foram mantidos congelados até o momento das análises.

Na agroindústria, os frutos passaram por processamento para a obtenção da polpa, que gerou o coproduto, correspondente a 30% do volume processado. O coproduto da despolpa do cambuci, foi cedido pela a empresa Agro Asmussen, localizada em Natividade da Serra - SP e enviado para a Embrapa Agroindústria de Alimentos, localizada em Guaratiba - RJ, Brasil. Este coproduto foi enviado já congelado e permaneceu desta forma até o momento de realizar as análises e o processamento.

O coproduto é o resíduo gerado a partir da produção da polpa de cambuci, sendo uma mistura de sementes e casca, além de um pouco de polpa e água, resultando em uma mistura levemente heterogênea, de aparência verde clara e já triturada em pedaços pequenos antes mesmo de qualquer processamento no laboratório.



Figura 2. Coproduto da despolpa de cambuci descongelado (Foto: Rayssa B. S. Souza).

5.1.1. Parâmetros de secagem do coproduto de cambuci

A secagem foi realizada em um equipamento de secagem convectiva, adaptado de Nogueira et al. (1997), constituído por dois compartimentos: o inferior onde está o ventilador sobre uma bandeja móvel e o superior onde estão as bandejas onde o coproduto foi colocado para ser seco. O compartimento superior possui uma janela para regulação de entrada e saída

da circulação de ar. A temperatura do ar foi medida por meio de termômetro, localizado no compartimento superior e o controle do aquecimento ocorreu de acordo com a velocidade e intensidade de calor do ventilador (Nogueira et al., 1997), mantendo a temperatura sempre a 60°C, durante 8 horas consecutivas. O experimento iniciou com cerca de 2 Kg de coproduto de cambuci cru, acomodado em bandejas previamente higienizadas de forma uniforme a fim de permitir que toda a superfície do coproduto estivesse exposta ao ar da secadora.

A perda de peso da amostra foi monitorada em intervalos de tempo pré-definidos, sendo as primeiras 2 horas após início do experimento, e de hora em hora até o marco de 6 horas de experimento, onde o monitoramento ocorreu a cada 30 minutos até a finalização do experimento na oitava hora de secagem.

A curva de secagem foi realizada entre o teor de umidade e o tempo de secagem.

5.2. Métodos

A composição centesimal foi determinada de acordo com métodos da Association of *Official Analytical Chemists* (AOAC, 2010): umidade (934.06), cinzas (923.03), extrato etéreo (945.38), nitrogênio total/proteína (2001.11 modificado) e fibra alimentar (985.29). O teor de carboidratos e o valor calórico serão calculados de acordo com a RDC 360/2003 (ANVISA, 2003).

5.2.1. Secagem do coproduto de cambuci e produção da farinha

Cerca de 2 Kg do coproduto de cambuci foram postos em bandejas previamente higienizadas e espalhados de forma uniforme.

A secagem convectiva a 60°C ocorreu por 8 horas, no final foi obtido cerca de 427,1 g do coproduto seco em, que apresentava uma coloração verde-amarronzada e odor adocicado. Após isso, o material foi triturado até a obter uma farinha fina, que foi armazenada em embalagens ziplock metalizadas, que impediram a deterioração do produto pela luz e/ou oxidação e ganho de umidade pelo contato com o ar do ambiente.

A secagem por meio de liofilização foi considerado o padrão positivo deste estudo. Foi realizada no Liofilizador L101 (LIOTOP), utilizando-se 4 placas de inox com cerca de 350 g de coproduto, que foram submetidos à secagem por 24 horas. Em seguida, o coproduto foi triturado, a fim de obter uma farinha fina, e armazenado em embalagem ziplock metalizada.

As farinhas de coproduto obtidas por secagem convectiva e liofilização foram porcionadas em embalagens ziplock metalizadas para posterior estudo de estabilidade, sendo pesados cerca de 20 g para análises a cada 30 dias durante o período de 150 dias para cada

tipo de farinha. Foram analisados o perfil de compostos fenólicos e de compostos voláteis presentes nas amostras armazenadas, uma vez que são os compostos de interesse da pesquisa. A análise de estabilidade buscou conferir se haveria alguma alteração na composição desses compostos, a fim de demonstrar estabilidade e vida útil para a utilização da farinha de coproduto de cambuci ao ser armazenada e utilizada como ingrediente funcional na indústria de alimentos.

5.2.2. Análise de compostos fenólicos

A análise foi feita de acordo com Nascimento *et al* (2017). Pesou-se, em triplicata, 0,2 g de amostra para extração dos compostos fenólicos. As amostras foram extraídas com 4 mL de metanol:água (50:50, v/v), colocando-as sob agitação por 1 hora seguida de centrifugação por 10 minutos, onde o sobrenadante (extrato 1) obtido foi coletado e reservado.

Após, foram adicionados 4 mL de acetona:água (70:30, v/v) ao resíduo sólido, repetindo o processo de agitação e centrifugação. O sobrenadante resultante (extrato 2) foi coletado. Foram adicionadas partes iguais de cada extrato, formando 3 mL de sobrenadante, que foram misturados e transferidos para *vial* de 1,5 mL para injeção cromatográfica.

Os resíduos sólidos seguiram para extração dos fenólicos hidrolisados. A hidrólise alcalina foi realizada com 5 mL de solução contendo 2 M NaOH 1% de ácido ascórbico e 10 mM EDTA, submetendo as amostras a aquecimento a 60 °C por 1 hora. Posteriormente, as amostras tiveram adição de 1,5 mL de 6 M HCl para que a hidrólise ácida acontecesse, agitadas em vórtex por 10 segundos e em seguida, foram deixadas para esfriar na temperatura ambiente, quando foram submetidas à centrifugação por 10 minutos. Ao sobrenadante obtido foram adicionados 6,5 mL de acetato de etila, sendo a fase orgânica reservada e a extração com acetato de etila repetida. A mistura das duas frações orgânicas obtidas foi submetida à secagem com ar comprimido e diluída com metanol para injeção cromatográfica.

A análise da fração livre e hidrolisada ocorreu em equipamento de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (Alliance Waters, modelo 2690/5) com detector de fotodiodos (Waters 2996) em comprimentos de onda de 270, 310 e 370 nm, com coluna Thermo C₁₈ (BDS C18 100 x 4.6 mm; 2,4µm) e fluxo a 1.0 mL/min, com injeção de 10 µL e tempo de corrida de 28 minutos, modo de eluição gradiente com solução aquosa com 0,15% de ácido fosfórico (95%) e acetonitrila (5%). Fase móvel gradiente onde fase A = ácido fosfórico (1,5 mL/L em água) e fase B = acetonitrila. Os compostos fenólicos foram identificados e quantificados por padronização externa a partir da elaboração de curvas analíticas com padrões comerciais.

5.2.3. Análise de carotenoides

A extração ocorreu de acordo com Rodriguez-Amaya (2001). A amostra previamente pesada foi posta em graal de porcelana, com 3 g de celite e cerca de 20 mL de acetona, que foram misturados a fim de deixar amostra mais exposta à solução. A mistura foi colocada em funil de vidro com placa sinterizada, para ser filtrada sob vácuo. Esta etapa é repetida até não haver mais a coloração característica dos carotenoides presente na amostra.

O extrato com acetona foi transferido para um funil de separação contendo 30 mL de éter de petróleo, sendo lavado com água ultrapura até sumir a turbidez, quando o extrato foi transferido para balão volumétrico de 25 mL por meio de funil separador contendo sulfato de sódio e lã de vidro.

O teor de carotenoides totais foi determinado por espectrofotometria de UV-Vis a 450 nm, com éter de petróleo como branco. A lei de Beer-Lambert foi usada para cálculo de teor de carotenoides totais.

A análise cromatográfica ocorreu de acordo com Pacheco *et al.* (2014). Foi utilizado o cromatógrafo Waters com detector de fotodiodos e coluna C30 (YMC separation technology carotenoid S-3 column; 250 x 4,6 mm; S-3µm). A fase móvel foi utilizada em modo de eluição gradiente com metanol (A) e éter metil tert-butilico (B), começando com 80% A e 20% B, seguindo aos 0,5 minutos para 75% A e 25% B. Aos 15 minutos, 15% A e 85% B e aos 15,5 minutos, 10% A 90% B; a partir dos 16,55 minutos até o final da corrida, a eluição ocorre em 80% A e 20% B com fluxo de 0,8 mL/min, com volume de injeção em 15 µL e tempo de corrida em 28 minutos.

A determinação do perfil de carotenoides foi feito utilizando o tempo de retenção e espectro de absorção UV-Vis, comparando-os com padrões analíticos.

5.2.4. Análise de ácido ascórbico (Vitamina C)

A análise ocorreu de acordo com Rosa *et al.* (2007), onde 2,5 g de amostra foram extraídos com 10 mL de 0,05 M H₂SO₄ em banho ultrassônico por 10 minutos. Após, a amostra foi avolumada para 25 mL com a mesma solução de extração e submetida à filtração em papel de filtro, sendo uma alíquota transferida diretamente para um *vial* de 1,5 mL.

A análise foi realizada em Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência (Water Alliance 2695) com detector de fotodiodos (243,9 nm) e coluna AMINEX HPX-87H BIORAD (300 x 7,8mm; 9µm). A fase móvel utilizada foi 0,05 M de ácido sulfúrico, em modo de eluição

isocrático. Foi usada curva analítica para quantificação da vitamina C, a partir de padrão analítico comercial.

5.2.5. Análise de açúcares

A análise ocorreu segundo metodologia de Macrae (1998). Os açúcares foram extraídos a partir de 1 g de amostra e 10 mL de água ultrapura em banho ultrassônico por 20 minutos, seguido de adição de 5 mL de acetonitrila. Após, o extrato foi avolumado para 25 mL com água ultrapura e filtrado com papel de filtro diretamente para *vial* do injetor automático.

A análise foi realizada em Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência (Alliance 2690/5, Water detector de índice de refração 2410), coluna amino (Agilent; 4,6 x 250mm; 5 µm). O fluxo foi de 1,0mL.min, com volume de injeção a 20 µL e eluição isocrática em fase móvel de acetonitrila: água (75:25, v/v) com tempo de corrida de 20 minutos. Foi usada curva analítica para quantificação dos açúcares, a partir de padrões analíticos comerciais.

5.2.6. Análise de voláteis

A análise dos voláteis seguiu a metodologia descrita por Godoy et al. (2013). Os voláteis serão extraídos por SPME (Microextração em Fase Sólida) durante um período de 60 minutos à temperatura ambiente a partir de 0,3 g de fruto liofilizado, pulverizado e adsorvido, no headspace, por uma fibra de adsorção Supelco® CAR/DVB/PDMS (Carboxen/divinilbenzeno/poli(dimetilsiloxano). A análise cromatográfica com detector de ionização de chama utiliza coluna de difenil 5% e 95% de polidimetilsiloxano (HP-5, Agilent Technologies). A rampa de temperatura foi de 40 °C a 240 °C com uma taxa de aquecimento de 3°C/min. A dessorção foi realizada na temperatura do injetor e a injeção em modo splitless por 3 min. A fibra foi mantida no injetor por 30 minutos após a abertura da válvula. As temperaturas do injetor e detector são de 250 e 280 °C, respectivamente.

A análise por cromatografia gasosa com detector de massa (quadrupolo) mantém as mesmas condições descritas acima com hélio como gás de arraste. A ionização foi realizada a 70 eV. Os compostos foram identificados comparando seus espectros de massa e tempos de retenção com os dos compostos padrão e comparando seu espectro de massa com aqueles da biblioteca de espectros de massa NIST (Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia) presente no equipamento. O índice de retenção linear (LRI) foi calculado analisando uma série de n-alcenos (C5-C23) usando o detector FID.

5.2.7. Atividade de água

A atividade de água foi determinada através do equipamento Aqualab modelo 4TE, da Marca Decagon Devices, calibrado com água destilada, conforme indicações do fabricante (AQUALAB, 1997). A amostra foi colocada em uma cubeta de material plástico e inserida no medidor de atividade de água, foi realizada leitura disponibilizada no visor do aparelho.

5.2.8. Análise sensorial

5.2.8.1. Elaboração dos biscoitos

Os biscoitos foram elaborados a partir de uma receita de biscoito amanteigado, levando açúcar, farinha de trigo fortificada com ácido fólico e margarina. Foram elaboradas cinco receitas distintas de biscoitos, sendo o controle com 0% de adição de farinha de coproduto de cambuci, 10% de adição de farinha de coproduto de cambuci, 15% de adição de farinha de coproduto de cambuci, 20% de adição de farinha de coproduto de cambuci e 25% de adição de farinha de coproduto de cambuci. Na Tabela 1 é possível observar as quantidades de cada ingrediente utilizado para a elaboração dos biscoitos em suas respectivas porcentagens.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes utilizados na formulação dos biscoitos.

Ingredientes	Quantidades (g)				
	Controle	10%	15%	20%	25%
Farinha de trigo	642	577,8	545,7	513,6	481,5
Farinha de coproduto de cambuci	0	64,2	96,3	128,4	160,5
Açúcar	225	225	225	225	225
Margarina	450	450	450	450	450

Os biscoitos foram assados em forno industrial, por aproximadamente 25 minutos até ficarem com aparência mais dourada. Os biscoitos elaborados com a farinha de coproduto de cambuci apresentaram tons de marrom-esverdeado e o controle apresentou coloração dourada ao final do forneamento.

5.2.8.2. Avaliação sensorial

A análise sensorial foi realizada com 102 consumidores, com idades variando entre 18 e 60 anos. Cada avaliador teve que concordar com sua participação voluntária por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, antes de iniciar a análise sensorial.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), sob o número CAAE 91133125.0.0000.5285 .

As análises ocorreram no Laboratório de Ciências Sensoriais e do Consumidor (LASEN) da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), em cabines individuais sob luz branca, onde os avaliadores receberam 5 amostras de 10 g cada de biscoitos em guardanapos codificados com números aleatórios de três dígitos, além de um copo com água para limpeza do palato.

As amostras foram ofertadas de forma aleatória, e foi disponibilizado 1 QR Code por cabine para que os consumidores tivessem acesso ao formulário de aceitação dos biscoitos, onde cada consumidor teria que responder sobre as percepções sensoriais dos biscoitos, atribuir características e suas intensidades nos biscoitos e também um breve questionário para que fosse possível compreender o perfil dos consumidores.



Figura 3. LASEN com as amostras e copos de água posicionados (Foto: Rayssa B. S. Souza).

5.2.8.3. Aceitação por escala hedônica

O teste de aceitação foi realizado utilizando a escala hedônica de 9 pontos, onde foi avaliada a aceitação global, aparência, aroma, sabor e textura, a escala variou entre desgostei

muitíssimo (1) a gostei muitíssimo (9). Já para análise de intenção de compra foi utilizada uma escala de 5 pontos que variou entre certamente não compraria (1) a certamente compraria (5).

5.2.8.4. RATA (Rate-All-That-Apply)

Foi realizado o teste descritivo Rate-All-That-Apply (RATA), utilizando escala de três pontos: 1 - baixa, 2 - média e 3- alta, de acordo com a metodologia de Ares et al. (2014). Os consumidores deviam enumerar as características encontradas em cada amostra, e quando não achavam a característica na amostra, não assinalavam, sendo considerado como 0 - ausente.

5.2.8.5. Dados demográficos

Ao final do formulário, foi feito um questionário sobre o perfil dos consumidores para compreender melhor a população que provou os biscoitos de farinha de cambuci, com informações sobre sexo, faixa etária, consumo de biscoitos e qual tipo, se conheciam o cambuci anteriormente e conhecimento de aproveitamento integral de frutas, como gosto, intenção de compra e percepção de sustentabilidade, saudabilidade, qualidade, preço, segurança e satisfação.

Também foi questionado aos consumidores se eles consumiam produtos de aproveitamento integral de frutas fabricado por indústrias e por pequenos produtores, deixando em aberto um parágrafo para explicarem seus motivos para a resposta, sendo sim ou não.

5.2.9. Análise microbiológica

Análise microbiológica realizada de acordo com metodologia do *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (2001). Os microrganismos analisados foram bolores, leveduras, *E. coli*, *Staphylococcus coagulase* positiva/*Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*, *Bacillus cereus* e bactérias aeróbias mesófilas, de acordo com a legislação definida para biscoitos na Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022 (Brasil, 2022).

5.2.10. Análise estatística

Foi realizada análise de variância (ANOVA) e Teste de Tukey, ambos com nível de confiança de 95%.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Composição do fruto cambuci

O fruto de cambuci apresentou valor energético de 35.43 kcal/100 g (Tabela 2), semelhante ao observado para *Eugenia brasiliensis*, cujos frutos apresentaram valores variando entre 33,06 e 45,60 kcal/100 g (Xu *et al.*, 2020), e inferior ao reportado para *Eugenia villaenovae* (85,96 kcal/100 g) (Souza *et al.*, 2025). Considerando uma dieta de referência de 2,000 kcal/dia, a porção de 100 g de cambuci corresponde a aproximadamente 1,77% do valor diário recomendado, caracterizando-o como um alimento de baixo valor energético.

Tabela 2. Composição centesimal, vitamina C e açúcares do fruto de cambuci.

Compostos	Teor
Umidade (g/100g)	88,27
Cinzas (g/100g)	0,23
Proteína (g/100g)	—
Extrato etéreo (g/100g)	0,55
Fibra alimentar (g/100g)	3,33
Fibra solúvel (g/100g)	0,92
Fibra insolúvel (g/100g)	2,41
Carboidrato (g/100g)	7,62
Valor calórico (kcal/100g)	35,43
Vitamina C (mg/100g)	27,21 ± 0,46
Frutose (g/100g)	2,2 ± 0
Glicose (g/100g)	1,02 ± 0,06
Sacarose (g/100g)	2,57 ± 0,04

Em relação ao seu valor de açúcares, a sacarose (2,57 g/100 g) foi o principal açúcar identificado na composição do fruto, seguida pela frutose (2,2 g/100 g), enquanto a glicose apresentou a menor concentração (1,02 g/100 g). O teor de glicose observado no cambuci foi inferior ao reportado para *Eugenia villaenovae* (7,17 g/100 g) (Souza *et al.*, 2025) e para *Eugenia pyriformis*, que apresentou 4,04 g/100 g de glicose e 4,64 g/100 g de frutose (Silva *et*

al., 2022). Em contrapartida, o teor de sacarose reportado para *Eugenia pyriformis* (1,42 g/100 g) foi inferior ao identificado no fruto de cambuci no presente estudo.

A polpa do cambuci apresentou 27,21 mg/100 g de vitamina C, valor superior ao reportado para grumixama-açu (*Eugenia villaenovae*), que apresentou 18,43 mg/100 g (Souza *et al.*, 2025). Entretanto, o teor observado foi inferior ao descrito para *Eugenia punicifolia* (74,2 mg/100 g) (Braga *et al.*, 2023), espécie também pertencente à família Myrtaceae. A laranja (*Citrus sinensis*), amplamente reconhecida como fonte de vitamina C, apresenta aproximadamente 58 mg/100 g (USDA, 2019), correspondendo ao dobro do teor identificado no cambuci. Taver *et al.* (2022) reportaram concentração média de 47,2 mg/100 g de vitamina C em frutos de cambuci, valor superior ao observado no presente estudo. Essa variação pode estar associada a fatores como o armazenamento na pós-colheita, a época de colheita, às condições edafoclimáticas e às diferenças metodológicas relacionadas à técnica analítica empregada.

O cambuci é um fruto com elevado teor de umidade, apresentando uma média de 88,27 g/100g. O perfil de fibras alimentares demonstrou conteúdo total de 3,33 g/100g composto majoritariamente de fibras insolúveis (2,41 g/100 g), enquanto as fibras solúveis corresponderam a 0,92 g/100g. O teor de carboidratos totais foi de 7,62 g/100 g.

Azevedo *et al.* (2016) avaliaram frutos de cambuci provenientes de diferentes localidades do estado de São Paulo e reportaram teores de fibras variando entre 0,0105 e 0,0193 g/100 g, valores inferiores ao teor de fibras totais observado no presente estudo.

6.1.1. Caracterização de compostos fenólicos do fruto cambuci

Os resultados apresentados na Tabela 3 demonstram o teor e o perfil de compostos fenólicos identificados na polpa do fruto de cambuci. Na fração livre não foi detectado nenhum fenólico. Entre os fenólicos hidrolisados (Tabela 3), o ácido gálico foi o majoritário (23,5 mg/100 g), seguido pelos ácidos elágico (1,31 mg/100 g), protocatecuico (0,064 mg/100 g), ferúlico (0,04 mg/100 g) e p-cumárico (0,03 mg/100 g).

Tabela 3. Teor de compostos fenólicos do fruto do cambuci.

Fenólicos hidrolisados	Teor (mg/100g)
Ácido gálico	23,52 ± 1,15
Ácido protocatecuico	0,06 ± 0,00
Ácido p-cumárico	0,03 ± 0,00
Ácido ferúlico	0,04 ± 0,00
Ácido elágico	1,31 ± 0,03

A predominância do ácido gálico também foi observada em outros frutos da família Myrtaceae, como em *Eugenia punicifolia* (Braga *et al.*, 2023), representando aproximadamente 95% do conteúdo fenólico total do fruto, com concentrações de 146 mg/100 g na fração hidrolisada, valores superiores aos encontrados na polpa do cambuci.

De forma semelhante, Souza *et al.* (2025), ao avaliarem *Eugenia villaenovae*, também identificaram o ácido gálico como o principal composto fenólico presente no fruto. No entanto, a fração livre desse ácido apresentou concentração de 4 mg/100 g, valor inferior ao observado no cambuci no presente estudo.

6.1.2. Caracterização do perfil de carotenoides do fruto de cambuci

Os resultados apresentados na Tabela 4 demonstram o perfil de carotenoides identificados no fruto de cambuci. O teor médio de carotenoides totais foi de 925,5 µg/100 g, sendo superior ao apresentado por Castelucci *et al.* (2020) de 299,0 µg/100 g na polpa do fruto. A luteína foi o carotenoide predominante detectado (316,5 µg/100 g), seguida pelo β-caroteno (204,0 µg/100 g) e pelo 9-cis β-caroteno (28,5 µg/100 g).

Em comparação a outros frutos da família Myrtaceae, Pereira *et al.* (2021) reportaram teores superiores de carotenoides em guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*), incluindo carotenoides totais (20.700,00 µg/100 g), luteína (1.580,00 µg/100 g) e β-caroteno (12.300,00 µg/100 g).

Hamacek *et al.* (2013) reportaram, teor de 320 µg/100 g de carotenoides totais para a polpa de araçá (*Psidium firmum*), dos quais 300 µg/100 g correspondiam ao β-caroteno e 20 µg/100 g à β-criptoxantina, representando aproximadamente 94% do conteúdo total de carotenoides. Os autores também classificaram esses valores como baixos.

De modo geral, a comparação entre frutos pertencentes à família Myrtaceae sugere que o cambuci apresenta teor de carotenoides variando de baixo a moderado, com concentrações inferiores às observadas na guabiroba, porém superiores às reportadas para as espécies de araçá avaliadas.

Tabela 4. Teor e perfil de carotenoides do fruto do cambuci.

Carotenoides	Teor ($\mu\text{g}/100\text{g}$)
Carotenoides totais	$925,5 \pm 185,5$
Luteína	$316,5 \pm 97,5$
Zeaxantina	$13 \pm 3,0$
β -criptoxantina	$16 \pm 3,0$
α -caroteno	$25 \pm 4,0$
β -caroteno	$204 \pm 31,0$
13-cis- β -caroteno	$6,5 \pm 0,5$
9-cis- β -caroteno	$28,5 \pm 3,5$

6.1.3. Caracterização dos compostos voláteis do fruto de cambuci

Conforme apresentado na Tabela 5, os principais compostos voláteis identificados no fruto do cambuci foram, respectivamente, ρ -cimeno, limoneno, 1,8-cineol e α -pineno.

No estudo conduzido por García (2021) acerca do perfil de voláteis do cambuí (*Myrciaria floribunda*), também foi identificada a presença de α -pineno, composto reconhecido por suas propriedades antibacterianas, neuroprotetoras e antioxidantes, conforme descrito por Limeira et al. (2024).

De maneira semelhante, Souza et al. (2025), ao caracterizarem o perfil de compostos voláteis da grumixama-açu (*Eugenia villaenovae*), relataram a presença de compostos semelhantes aos encontrados no cambuci, como o (E)-cariofileno e o β -elemeno. O (E)-cariofileno correspondeu a 23,4% dos compostos voláteis identificados na grumixama-açu, enquanto no cambuci sua concentração foi de aproximadamente 5%. Já o β -elemeno também foi observado em ambas as espécies, indicando similaridade parcial entre os perfis voláteis desses frutos pertencentes à família Myrtaceae.

Tabela 5. Perfil de compostos voláteis (majoritários) do fruto cambuci.

PICO	IRLcalc	IRLLit	Identificação	Área %
7	932	932	alfa-pineno	8
9	975	974	beta-pineno	7,3
14	1027	1024	p-cimeno + limoneno + 1,8-cineol	8,8
16	1047	1044	(E)-beta-ocimeno	3,8
23	1098	1098	linalol	4,8
43	1378	1374	alfa-copaeno	6,4
46	1393	1389	beta-elemeneno	3,4
50	1421	1417	(E)-cariofileno	5
61	1482	1480	germacrene D	4,7
64	1496	1498	alfa-selineno + biciclogerma-creno + epizonareno	5,6
68	1525	1524	trans-calameneno + delta-cadineno	4,2

6.2. Caracterização do coproduto de cambuci

O coproduto de cambuci corresponde ao resíduo gerado após o processamento do fruto para a obtenção de polpa, sendo constituído majoritariamente por casca, sementes e água.

Não foram observados teores significativos de vitamina C e de carotenoides nesse material. Tal resultado pode ser atribuído ao fato de se tratar de uma fração previamente processada do fruto, submetida a etapas de despulpamento, congelamento e descongelamento antes das análises, além de apresentar predominância de casca e sementes em relação à polpa.

6.2.1. Composição centesimal do coproduto de cambuci

O coproduto de cambuci apresenta a umidade como fração predominante, correspondendo a mais de 80% de sua composição (86,79 g/100 g), seguida pelos carboidratos, com 7,1 g/100 g (Tabela 6). Em função desse elevado teor de água, o coproduto apresenta baixo valor energético, contribuindo com aproximadamente 2,17% do valor diário recomendado, considerando uma dieta de 2000 kcal, a cada 100 g consumidos. Dessa forma, pode ser classificado como um alimento de baixo valor energético, uma vez que a ANVISA estabelece, por meio da Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020, que, para a

alegação de “baixo valor energético”, o produto deve apresentar, no máximo, 40 kcal por porção de referência, sendo esta de 30 g ou mL ou de 50 g ou mL quando a porção de referência for inferior a 30 g ou mL (Brasil, 2020).

Tabela 6. Composição centesimal e perfil de açúcares do coproduto de cambuci.

Compostos	Teor (g/100g)
Umidade	86,79
Cinzas	0,28
Proteína	0,23
Extrato etéreo	0,43
Fibra alimentar	5,17
Fibra solúvel	1,29
Fibra insolúvel	3,88
Carboidrato	7,1
Valor calórico	43,53 kcal/100 g
Frutose	2,61 ± 0,03
Glicose	1,9 ± 0,00
Sacarose	1,67 ± 0,03

O coproduto apresentou a frutose como principal açúcar (2,61 g/100 g), seguida pela glicose (1,9 g/100 g) e da sacarose (1,67 g/100 g).

6.2.2. Caracterização de compostos fenólicos do coproduto de cambuci

Com relação aos compostos fenólicos, na fração livre, foram identificados os ácidos siríngico e elágico, com teores de 3,35 mg/100 g e 0,34 mg/100 g, respectivamente. Na fração hidrolisada foram detectados os ácidos elágico (2,60 mg/100 g), *p*-cumárico (0,179 mg/100 g) e ferúlico (0,32 mg/100 g).

Tabela 7. Perfil de compostos voláteis (majoritários) no coproduto de cambuci.

Pico	IRLcalc	IRLlit	Identificação	Área %
16	1028	1026	limoneno + 1,8-cineol	13,2
22	1101	1098	linalol	8,4
31	1188	1186	alfa-terpineol	5,1
37	1372	1374	alfa-copaeno	3,2
40	1415	1417	(E)-cariofileno	7,6
43	1448	1452	alfa-humuleno	3,7
48	1479	1489	beta-seleneno	3
49	1488	-	ST 204	3,6
53	1517	1522	delta-cadinene	3,4
72	1654	1652	alpha-cadinol	3,9

Na Tabela 7, que apresenta os compostos voláteis encontrados no coproduto de cambuci úmido, pode-se verificar que os principais voláteis são limoneno + 1,8-cineol, linalol e (E)-cariofileno, respectivamente.

6.2.3. Análise microbiológica do coproduto de cambuci

Tabela 8. Análise microbiológica do coproduto de cambuci.

Análise	Valores
Contagem de bolores e leveduras (UFC/g)	$5,0 \times 10^1$ estimado
Contagem de <i>E. coli</i> (UFC/g)	$< 1,0 \times 10^1$ estimado
Contagem padrão de bactérias aeróbias mesófilas (UFC/g)	$1,0 \times 10^2$ estimado
Deteção de <i>Salmonella spp.</i> em alimentos (Ausência em 25g ou mL)	Ausência

Os resultados apresentados pela análise microbiológica do coproduto de cambuci indicaram condições higiênico-sanitárias adequadas, indo de acordo com a IN nº 161/2022 da ANVISA para frutas e derivados (Brasil, 2022).

6.3. Caracterização do coproduto após Cinética de Secagem

Na Figura 4 é representada a perda de massa do coproduto até a obtenção de peso estável, ao perder água ao longo da secagem em 60°C durante 8 horas.

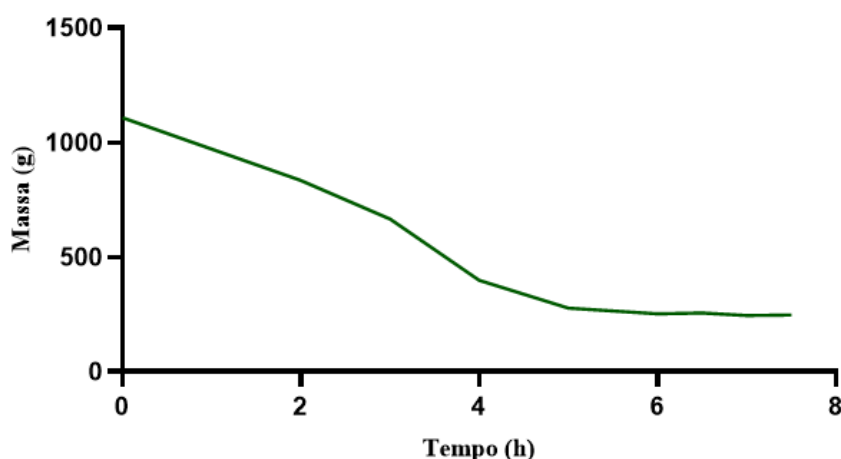


Figura 4. Perda de massa (água) do coproduto de cambuci durante a secagem.

No trabalho de Honório (2022) a farinha de gueroba (*Syagrus oleracea*) apresentou um comportamento similar ao do coproduto de cambuci em 60°C, encontrando massa estável em 9 horas e 50 minutos de secagem.

6.3.1. Composição centesimal do coproduto de cambuci desidratado

Tabela 9. Composição centesimal e valor calórico do coproduto de cambuci desidratado.

Compostos	Teor (g/100g)
Umidade	5,69
Cinzas	1,32
Proteína	3,68
Extrato etéreo	1,76
Fibra alimentar	57,17
Carboidrato	30,38
Valor calórico	266,42 kcal/100g

Na Tabela 9, pode-se observar a composição nutricional da farinha de cambuci, sendo similar a farinha de semente de cajá (*Spondias mombin* L.) (Araújo, 2023) com 7,45 g/100 g de umidade, 4,48 g/100 g de proteínas e 78,11 g/100 g de carboidratos totais.

De acordo com a RDC nº 54 de 2012 da ANVISA (Brasil, 2012), a farinha do coproduto de cambuci não apresenta quantidade suficiente para alegação de fonte de proteínas, a qual exige no mínimo 6 g/100 g. No entanto, o produto supera o teor mínimo

estabelecido para alto conteúdo de fibras, também fixado em 6 g/100 g, ao apresentar 57 g/100 g.

Considerando esse elevado teor de fibras alimentares, observa-se que a ingestão de 100 g da farinha de coproduto de cambuci ultrapassa a recomendação diária de consumo de fibras para adultos. Assim, tendo em vista que a ingestão mínima recomendada é de 25 g/dia para adultos, seria necessária a ingestão de aproximadamente 44 g de farinha de cambuci para o alcance das necessidades diárias desse nutriente. Dessa forma, a farinha de coproduto de cambuci configura-se como uma alternativa relevante para a alimentação da população brasileira, cujo consumo de fibras tem se mostrado insuficiente.

O valor calórico da farinha de coproduto de cambuci representa cerca de 13% das calorias diárias de uma alimentação base de 2.000 kcal/dia, tendo um impacto relativamente baixo no consumo energético. Além disso, seu teor de carboidrato de 30,38 g/100 g representaria cerca de 23% da ingestão diária de carboidratos no dia, podendo ser encaixado numa dieta balanceada.

A RDC nº 263 de 2005 da ANVISA, que estabelece regulamento técnico para produtos cereais, farinhas e farelos, traz como requisito a umidade máxima de 15 % (g/100 g) para a categoria “farinha, amido de cereais e farelos” (Brasil, 2005a). A RDC nº 272 de 2005 da ANVISA, que estabelece, sobre umidade de produtos de frutas secos e desidratados apresenta o limite máximo de umidade em 25 % (g/100 g) (Brasil, 2005b). Dessa forma, o teor de umidade de 5,69 g/100 g da farinha de coproduto de cambuci estaria abaixo de ambas as recomendações, mantendo-se dentro das legislações e conferindo maior estabilidade e vida útil ao produto. A atividade de água do coproduto desidratado foi 0,32 e ficou abaixo de 0,60 considerado o limite mínimo capaz de permitir o desenvolvimento de microrganismos (Franco & Landgraf, 2023).

6.3.2. Caracterização de compostos fenólicos do coproduto de cambuci desidratado

Tabela 10. Teor de compostos fenólicos do coproduto de cambuci desidratado.

Fenólicos	Fração livre (mg/100g)	Fração hidrolisada (mg/100g)
Ácido sirínico	18,79 ± 0,20	—
Ácido elágico	8,27 ± 0,24	52,29 ± 1,08
Ácido p-cumárico	—	2,11 ± 0,01
Ácido gálico	—	1.216,19 ± 16,35

A determinação de compostos fenólicos da farinha de coproduto de cambuci revelou o ácido gálico como majoritário (1.216,19 mg/100 g na fração hidrolisada), seguida do ácido elágico (8,27 mg/100 g na fração livre e 52,29 mg/100 g na fração hidrolisada) e dos ácidos siríngico (18,79 mg/100 g) e p-cumárico (2,11 mg/100g).

Inada *et al.* (2020) avaliaram o produto em pó obtido a partir de sementes e cascas de jabuticaba (*Plinia jaboticaba*) por meio de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência, identificando teores de ácido gálico livre (4,7 mg/100 g) e hidrolisado (237 mg/100 g), bem como de ácido elágico livre (138,6 mg/100 g) e hidrolisado (151,4 mg/100 g).

O processo de secagem pode promover alterações no perfil de compostos fenólicos, resultando em maior teor de fenólicos livres. Tal fenômeno tem sido associado à desintegração de paredes celulares e à ruptura das ligações dos compostos fenólicos ligados à matriz alimentar (Bayram *et al.*, 2024). Na desidratação, a remoção da água altera a estrutura celular da matriz, facilitando o rompimento de ligações físico-químicas, permitindo que compostos bioativos, como os compostos fenólicos, fiquem mais solúveis e disponíveis para a extração (Pashazadeh *et al.*, 2024; Saleh *et al.*, 2021).

6.4. Caracterização do coproduto desidratado para estudo de estabilidade

A partir da definição dos parâmetros de secagem por meio do estudo da cinética, foi realizado um novo processo para a desidratação do coproduto de cambuci por secagem convectiva. Com o mesmo lote do coproduto foi realizada a desidratação por liofilização, que foi considerado como o controle positivo do processo.

Para o estudo da estabilidade, as amostras desidratadas por secagem convectiva e por liofilização foram analisadas a cada 30 dias da seguinte forma: Tempo Zero (análise subsequente à produção da farinha), 30 dias após produção da farinha, 60 dias, 90 dias, 120 dias e 150 dias. Os parâmetros estabelecidos para avaliação das farinhas foram o teor e perfil de compostos fenólicos e de compostos voláteis.

6.4.1. Composição de fenólicos do coproduto desidratado

Tabela 11. Teor de compostos fenólicos (majoritários) na fração livre do coproduto desidratado ao longo do armazenamento.

Fenólico	Secagem	Teor (mg/100g)				
		0 dias	30 dias	60 dias	120 dias	150 dias
Ácido Siríntrico	SC	14,20 ± 0,54 ^{aB}	12,61 ± 0,19 ^{bB}	9,29 ± 0,25 ^{cB}	9,63 ± 0,16 ^{cB}	9,34 ± 0,09 ^{cB}
	L	21,50 ± 1,14 ^{aA}	16,39 ± 0,77 ^{bA}	14,18 ± 0,47 ^{cA}	14,74 ± 0,09 ^{bA}	14,63 ± 0,15 ^{bA}
Ácido Elágico	SC	12,90 ± 0,16 ^{cA}	16,01 ± 0,64 ^{bA}	17,12 ± 0,50 ^{bA}	16,74 ± 0,93 ^{bA}	19,44 ± 0,15 ^{aA}
	L	3,91 ± 0,16 ^{dB}	6,98 ± 0,26 ^{cB}	8,11 ± 0,24 ^{bB}	12,35 ± 0,25 ^{aB}	12,90 ± 0,10 ^{aB}

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Legenda: SC = secagem convectiva; L = liofilizada. Observação: ocorreu um problema que acarretou na perda da amostra armazenada por 90 dias.

Os ácidos siríntrico e elágico na fração livre foram os fenólicos majoritários no coproduto de cambuci desidratado tanto por secagem convectiva quanto por liofilização. Assim, foram estabelecidos como marcadores para o estudo da estabilidade. O ácido siríntrico teve maior teor encontrado na análise de 0 dias, sendo 14,20 mg/100g na secagem convectiva e de 21,50 mg/100g na amostra liofilizada. Houve diferença significativa na interação entre secagem e tempo ($p=0,0023$) e no método de secagem ($p<0,001$) e do tempo ($p<0,001$). Além disso, a liofilização preservou significativamente mais o ácido siríntrico em todo o período. Os resultados podem indicar que o ácido siríntrico é sensível ao processamento e armazenamento (Kocaman *et al.*, 2025).

Em contrapartida, os maiores teores de ácido elágico livre foram encontrados aos 150 dias de armazenamento, sendo 19,44 mg/100g na amostra desidratada por secagem convectiva e 12,90 mg/100g na amostra liofilizada. Esse resultado pode ser explicado pela provável degradação de elagitaninos e consequente liberação de ácido elágico, fenômeno descrito na literatura em frutos ricos em taninos hidrolisáveis, especialmente pensando que os taninos são encontrados principalmente em cascas e sementes (Long *et al.*, 2024). Houve efeito significativo do método de secagem ($p < 0,001$), do tempo de armazenamento ($p < 0,001$) e da interação entre esses dois fatores ($p < 0,001$), indicando que a evolução dos teores de ácido elágico livre ao longo do armazenamento dependeu do método de secagem aplicado.

Dessa forma, a Tabela 11 demonstra que a liofilização foi benéfica para a preservação do ácido siríngico em fração livre, enquanto a secagem convectiva promoveu maior teor de ácido elágico livre, sendo relevante para a comparação entre as secagens.

Tabela 12. Teor de compostos fenólicos (majoritários) na fração hidrolisada do coproduto desidratado ao longo do armazenamento.

		Teor (mg/100g)				
Fenólico	Secagem	0 dias	30 dias	60 dias	120 dias	150 dias
Ácido Elágico	SC	25,60 ± 1,33 ^{cA}	33,30 ± 0,78 ^{bA}	48,65 ± 2,34 ^{aA}	33,63 ± 0,62 ^{bA}	35,53 ± 1,08 ^{bA}
	L	23,74 ± 1,81 ^{cA}	29,96 ± 1,61 ^{bA}	40,12 ± 3,61 ^{aB}	30,57 ± 1,19 ^{bB}	31,04 ± 0,44 ^{bB}
Ácido Gálico	SC	0 ^b	1108,6 ± 44,3 ^{aA}	1096,5 ± 80,6 ^{aA}	990,1 ± 8,0 ^{aA}	1013,1 ± 28,9 ^{aA}
	L	0 ^b	949,0 ± 22,8 ^{aB}	1076,9 ± 75,5 ^{aA}	922,2 ± 17,0 ^{aB}	939,7 ± 29,5 ^{aA}

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Legenda: SC = secagem convectiva; L = liofilizada. Observação: ocorreu um problema que acarretou na perda da amostra armazenada por 90 dias.

Para o ácido elágico hidrolisado, verificou-se efeito significativo do método de secagem ($p < 0,001$) e do tempo de armazenamento ($p < 0,001$), enquanto a interação entre esses fatores não foi significativa ($p = 0,111$), indicando que o comportamento do composto ao longo do armazenamento foi semelhante para ambos os métodos de secagem.

Embora o padrão temporal tenha sido semelhante para ambas as secagens, o teste de Tukey indicou diferenças significativas entre os métodos aos 60 dias ($p = 0,0489$), 120 dias ($p = 0,0326$) e 150 dias ($p = 0,0057$), com maiores concentrações observadas nas amostras submetidas à secagem convectiva. Além disso, os teores de ácido elágico hidrolisado aumentaram aos 60 dias de armazenamento, alcançando suas concentrações máximas de 48,65 mg/100g na secagem convectiva e 40,12 mg/100g na liofilização, sugerindo que os processos de hidrólise e degradação dos elagitaninos podem ter ocorrido durante o armazenamento, influenciando a dinâmica desse composto fenólico (Long *et al.*, 2024). Ademais, as amostras foram armazenadas individualmente em embalagens tipo ziplock, o que pode ter contribuído para a variabilidade observada entre os tratamentos, uma vez que diferenças na vedação e na exposição ao oxigênio podem influenciar a estabilidade dos

compostos fenólicos ao longo do armazenamento. As amostras foram homogeneizadas antes do armazenamento, mas o material fibroso pode implicar em variações entre as amostras.

O ácido gálico hidrolisado demonstrou diferença significativa do tempo de armazenamento ($p < 0,001$) e diferença significativa entre os métodos de secagem para os tempos de 30 e 120 dias ($p = 0,0487$). A interação entre os dois fatores (secagem e tempo) não foi significativa ($p = 0,304$), sugerindo que as variações observadas ao longo do armazenamento ocorreram de forma semelhante para ambos os métodos de secagem. Foram observadas diferenças significativas entre os métodos de secagem foram observadas aos 30 dias ($p = 0,0106$) e aos 120 dias ($p = 0,0069$), com maiores concentrações na secagem convectiva. Esse fenômeno pode ser explicado pela possível quebra de galotaninos ao longo do armazenamento, liberando ácido gálico e gerando aumento a partir dos 60 dias (Long *et al.*, 2024).

Assim, pode-se observar que a liofilização preservou o ácido siríngico em fração livre durante o período de armazenamento, enquanto o ácido elágico livre apresentou maiores concentrações na amostra submetida à secagem convectiva em todos os tempos observados. Na fração hidrolisada, o ácido elágico apresentou diferenças menos expressivas entre os métodos de secagem, sendo observadas apenas em períodos específicos do armazenamento. De forma similar, o ácido gálico hidrolisado apresentou comportamento equivalente durante a maior parte do período analisado.

Embora a liofilização tenha promovido maior preservação do ácido siríngico livre, a secagem convectiva apresentou desempenho semelhante para os demais compostos fenólicos avaliados, demonstrando potencial equivalente quanto à manutenção das características bioativas da farinha de coproduto de cambuci. Assim, por gerar menor custo e maior viabilidade de implementação, a secagem convectiva destaca-se como uma alternativa relevante para a elaboração da farinha de coproduto de cambuci, ampliando seu potencial de aplicação em escala agroindustrial e favorecendo o aproveitamento integral do fruto.

6.4.2. Caracterização de açúcares do coproduto de cambuci desidratado

Tabela 13. Perfil de açúcares do coproduto desidratado por secagem convectiva e liofilização.

Tipo de secagem	Frutose (g/100 g)	Glicose (g/100 g)	Sacarose (g/100 g)
Convectiva	17,46 ± 1,24	7,21 ± 0,27	1,33 ± 0,05
Liofilização	14,67 ± 0,08	5,92 ± 0,79	6,95 ± 0,00

O coproduto desidratado apresentou perfil de açúcares semelhante ao fruto e, conforme esperado, com maiores teores. A frutose foi o açúcar majoritário com teor de 17,46 g/100 g no coproduto seco por secagem convectiva e 14,67 g/100 g no coproduto liofilizado.

6.4.3. Caracterização de compostos voláteis do coproduto de cambuci desidratado

Tabela 14. Perfil de compostos voláteis do coproduto seco por secagem convectiva ao longo do armazenamento.

Tempo (dias)	Área%	Tr	IRLcalc	IRLlit	Identificação
0 (zero)	3,6	37,204	1486	1496	viridifloreno
	3,8	2,247	#N/D	625	ácido acético
	4	36,979	1481	1489	beta-seleneno
	4,5	38,548	1518	1521	trans-calameneno + delta-cadineno
	4,6	35,85	1456	1458	allo-aromadendreno
	4,7	36,576	1472	1478	gama-muuroleno
	5,1	35,534	1449	1452	alfa-humuleno
	6,5	32,111	1373	1374	alfa-copaeno
	7	37,363	1489	1494	biciclogermacrene
	13,2	34,094	1417	1417	(E)-cariofileno
30	14,6	34,145	1413	1417	(E)-cariofileno
60	14,9	34,103	1417	1417	(E)-cariofileno

A Tabela 14 apresenta os compostos majoritários do coproduto de cambuci em secagem convectiva logo após o processo. O (E)-cariofileno foi escolhido como o marcador do processo por ser o composto volátil majoritário no coproduto e se manteve ao longo do estudo.

Tabela 15. Perfil de compostos voláteis do coproduto seco por liofilização ao longo do armazenamento.

Tempo (dias)	Área%	Tr	IRLcalc	IRLlit	Identificação
0 (Zero)	3,2	35,496	1448	1452	alfa-humuleno
	3,2	35,818	1455	1458	alo-aromadendreno
	3,2	36,542	1471	1478	gama-muuroleno
	4,2	23,32	1189	1186	alfa-terpineol
	4,5	36,938	1480	1489	beta-seleneno
	5,2	15,144	1028	#N/D	limoneno + 1,8-cineol
	5,3	37,323	1488	1494	biciclogermacrene
	5,6	32,09	1373	1374	alfa-copaeno
	9,7	34,044	1416	1417	(E)-cariofileno
30 dias	6,9	34,119	1413	1417	(E)-cariofileno
60 dias	12,8	34,096	1417	1417	(E)-cariofileno

A Tabela 15 demonstra as frações majoritárias do perfil de voláteis do coproduto de cambuci liofilizado. Os compostos encontrados se mantiveram similares ao longo dos tempos, além de apresentarem similaridades com a secagem convectiva, como no beta-selineno, alfa-copaeno e e-cariofileno.

Dessa forma, a análise pode indicar que o perfil volátil se manteve estável ao longo de dois meses de armazenamento, o que indica que seu aroma característico foi mantido. Essa informação é relevante para a agroindústria e indústria de alimentos, uma vez que o aroma do fruto e farinha de cambuci é intenso e agradável.

Apesar da diferença entre os métodos de secagem, considerando a liofilização como o controle positivo pela desidratação em baixas temperaturas e sob vácuo, o perfil de voláteis manteve um padrão parecido em ambos os processos. A desidratação por secagem convectiva é muito interessante para a agroindústria familiar, por seu baixo custo em relação à liofilização.

6.5. Composição dos biscoitos

A composição centesimal dos cinco tipos de biscoitos elaborados com diferentes níveis de substituição pela farinha de coproduto de cambuci foi apresentada na Tabela 16.

Entre as formulações avaliadas, o biscoito com 10% de substituição apresentou o maior teor de umidade (1,57 g/100 g), enquanto a formulação contendo 20% de substituição destacou-se pelo maior teor de cinzas, com 1,04 g/100 g.

6.5.1. Caracterização da composição centesimal dos biscoitos elaborados com farinha de coproduto de cambuci

Tabela 16. Composição centesimal dos biscoitos elaborados com substituição de farinha de coproduto de cambuci em 0%, 10%, 15%, 20% e 25%.

Análises (g/100g)	0%FC	10%FC	15%FC	20%FC	25%FC
Umidade	1,55 ± 0,09	1,57 ± 0,08	1,22 ± 0,00	0,78 ± 0,01	0,73 ± 0,08
Cinzas	0,92 ± 0,01	0,94 ± 0,01	1,01 ± 0,01	1,04 ± 0,05	1,01 ± 0,00
Extrato etéreo	29,65 ± 0,28	26 ± 0,01	29,17 ± 1,33	23,62 ± 0,33	22,78 ± 0,25
Proteína	5,88	6,13	5,38	5,13	4,94
Fibra alimentar	1,64	6,89	11,55	15,16	16,83
Carboidrato	60,37	58,48	51,68	54,28	53,71

Em relação ao teor de carboidratos, a formulação controle (0% de substituição) apresentou o maior valor, com 60,37 g/100 g, seguida pela formulação com 10% de substituição, que apresentou 58,48 g/100 g. Esse resultado é coerente, uma vez que ambas as formulações contêm maiores porcentagem de farinha de trigo. Ademais, observa-se relação inversa com o teor de fibras alimentares, sendo essas as formulações com menores porcentagem de farinha de cambuci, correspondendo a 1,64 g/100 g e 6,89 g/100 g, respectivamente. Comparativamente, o biscoito com 25% de substituição pela farinha de coproduto de cambuci apresentou o maior teor de fibras alimentares entre as formulações, atingindo 16,83 g/100 g. Esse resultado era esperado, uma vez que se trata da formulação com o maior nível de substituição dentre as cinco avaliadas.

Ainda sobre o teor de fibras alimentares, segundo a IN nº 75/2020 da ANVISA (Brasil, 2020), que trata sobre requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional, a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de fibras é de 25g/dia, as formulações analisadas neste estudo

podem, a partir de 10%, serem considerados como fonte de fibras por ofertarem pelo menos 10% da IDR (2,5 g/porção). A formulação com 25% de substituição da farinha ainda pode ser considerada como alto em conteúdo de fibras, por ofertar o mínimo de 20% da IDR (5,0 g/porção). Dessa forma, é possível que os impactos positivos da ingestão constante de fibras possam vir, de forma complementar, da inclusão dos biscoitos formulados com farinha de coproduto de cambuci e da ingestão da farinha por si só.

A principal contribuição da farinha de coproduto de cambuci é acrescentar fibras ao produto. Desta forma, observa-se o incremento deste fator à medida da elevação do percentual de sua adição na elaboração dos biscoitos.

Em relação aos valores encontrados de extrato etéreo nas formulações, variou entre 29,65 e 22,78 g/100g, que pode ser correlacionado ao teor de gorduras adicionadas na receita por meio da margarina utilizada. O extrato etéreo corresponde a porção de lipídios presentes na formulação analisada, tanto que podem ser denominados como lipídios totais (Bampi et al., 2010).

6.5.2. Caracterização de compostos voláteis dos biscoitos elaborados com farinha de coproduto de cambuci

Tabela 17. Compostos voláteis majoritários dos biscoitos elaborados com substituição de farinha de coproduto de cambuci em 0%, 10%, 15%, 20% e 25%.

% de substituição	Área%	Tr	IRLcalc	IRLit	Identificação
0%FC	5,2	21,082	1139	1134	2,3-dihidro-3,5-di-hidroxi-6-metil-4H-piran-4-ona
	6,4	7,265	855	851	2-furano-metanol
	10,7	2,251		625	ácido acético
	13	6,337	830	828	furfural
	18,7	5,22	800	800	octanagem
10%FC	4,2	4,452	766	775	3-metilheptano
	4,7	21,088	1139	1134	2,3-dihidro-3,5-di-hidroxi-6-metil-4H-piran-4-ona
	5,7	2,195	622	625	ácido acético
	15,6	6,354	830	828	furfural
	17,9	5,221	800	800	octanagem

Legenda: FC = farinha de coproduto de cambuci.

(continuação da Tabela 17)

% de substituição	Área%	Tr	IRLcalc	IRLlit	Identificação
15%FC	4,1	11,945	962	954	5-metilfurfural
	4,5	21,493	1147	1125	2,3-dihidro-3,5-di-hidroxi-6-metil-4H-piran-4-ona
	5,3	25,667	1231	1225	5-hidroximetilfurfural
	5,6	27,907	1281	1231	n.i.
	6	2,272	630	630	ácido acético
	6,2	7,359	857	837	2-furfuranometanol
	38,1	6,583	837	822	furfural
20%FC	4	11,94	962	957	5-metilfurfural
	4,2	2,209	623	625	ácido acético
	5,2	17,913	1078	-	n.i.
	6,2	7,354	857	865	2-furfuranometanol
	9,7	21,505	1147	1134	2,3-dihidro-3,5-di-hidroxi-6-metil-4H-piran-4-ona
	13	26,902	1259	1223	5-hidroximetilfurfural
	23,3	6,602	837	828	furfural
25%FC	2	9,458	910	909	2-acetilfurano
	2	15,132	1025	1024	limoneno + 1,8-cineol
	2,5	4,453	766	762	tolueno
	2,5	11,908	961	957	5-metilfurfural
	4,4	2,19	621	625	ácido acético
	4,7	7,305	856	865	2-furfuranometanol
	5	17,887	1078	-	n.i.
	5,8	5,209	800	-	n.i.
	7,1	21,347	1144	1134	2,3-dihidro-3,5-di-hidroxi-6-metil-4H-piran-4-ona
	9,8	25,675	1232	1223	5-hidroximetilfurfural
	21,8	6,54	835	828	furfural

Legenda: FC = farinha de coproduto de cambuci.

A tabela acima indica os compostos voláteis majoritários encontrados nos biscoitos elaborados com substituição de farinha de cambuci. As frações majoritárias se mantiveram relativamente similares em todas as formulações, sendo o perfil do biscoito formulado com 25% de farinha de cambuci distinto dos demais pela presença de limoneno + 1,8-cineol. Além disso, o perfil que mais se assemelha ao encontrado na farinha de cambuci também foi o do biscoito com 25%.

6.6. Análise microbiológica dos biscoitos

Foi realizada a análise microbiológica do coproduto de cambuci úmido e dos biscoitos elaborados para a análise sensorial. Foram avaliados bolores e leveduras, *E. coli*, bactérias aeróbias mesófilas, *salmonella*, *bacillus cereus* e *staphylococcus*.

Tabela 18. Análise microbiológica dos biscoitos elaborados com substituição de farinha de coproduto de cambuci.

Análise	Identificação da Amostra				
	0%	10%	15%	20%	25%
Contagem de bolores e leveduras (UFC/g) *	<1,0 x 10 ² estimado	<1,0 x 10 ² estimado	<1,0 x 10 ² estimado	<1,0 x 10 ² estimado	<1,0 x 10 ² estimado
Contagem de <i>E. coli</i> (UFC/g) *	<1,0 x 10 ¹ estimado	<1,0 x 10 ¹ estimado	<1,0 x 10 ¹ estimado	<1,0 x 10 ¹ estimado	<1,0 x 10 ¹ estimado
Determinação e contagem de <i>Staphylococcus coagulase</i> positiva / <i>Staphylococcus aureus</i> (TEMPO)	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹
Deteção de <i>Salmonella spp.</i> em alimentos (Ausência em 25g ou ml)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Determinação e contagem de <i>Bacillus cereus</i> (TEMPO)	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹

Valores estimados referem-se a contagens abaixo ou acima dos limites estabelecidos pelo método. Os limites estabelecidos são: * entre 15 e 150 UFC/g ou mL (plaqueamento de superfície).

Os biscoitos elaborados para a análise sensorial, sendo o controle e os com diferentes percentuais de substituição pela farinha de coproduto de cambuci apresentaram contagens microbiológicas inferiores aos limites estabelecidos pela IN nº 161/2022 da ANVISA para produtos de panificação. Observou-se ausência de *Salmonella spp.* em 25 g e baixas contagens de *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* e bolores e leveduras, indicando que os biscoitos possuem qualidade higiênico-sanitária.

Dessa forma, pode-se concluir que os biscoitos elaborados com a farinha de coproduto de cambuci eram seguros para consumo e apresentavam qualidade sanitária.

6.7. Análise sensorial

6.7.1. Teste de aceitação

As pontuações médias de aceitação global, aparência, aroma, sabor, textura e intenção de compra dos biscoitos obtidos em cada formulação foram apresentados na Tabela 19.

Tabela 19. Notas dos consumidores durante a análise sensorial os biscoitos com substituição de farinha de cambuci.

Amostra	Aceitação Global	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Intenção de compra
0%FC	7,42 ^a	7,16 ^a	6,97 ^a	7,56 ^a	7,62 ^a	4,23 ^a
10%FC	6,37 ^b	6,47 ^b	6,01 ^b	6,24 ^b	6,73 ^b	3,18 ^b
15%FC	5,11 ^c	4,73 ^c	5,32 ^c	5,29 ^c	6,30 ^b	2,76 ^c
20%FC	4,86 ^c	4,58 ^c	4,92 ^c	4,74 ^c	6,19 ^b	2,58 ^c
25%FC	4,86 ^c	4,80 ^c	5,06 ^c	4,83 ^c	6,32 ^b	2,48 ^c

Médias seguidas pela mesma letra na coluna ou linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

A Tabela 19 apresentou diferenças significativas entre as formulações para todos os atributos avaliados. Para textura, entretanto, apenas a amostra controle diferiu das formulações contendo farinha de cambuci, não sendo observadas diferenças significativas entre os níveis de substituição de 10%, 15%, 20% e 25%.

Em relação à aceitação global, a amostra controle (0% FC) obteve a maior média (7,42), diferindo de todas as demais formulações ($p < 0,05$). A adição de 10% de farinha de coproduto de cambuci levou a redução significativa da aceitação global para 6,37, demonstrando que mesmo em concentrações menores, a substituição afetou a percepção dos consumidores. As formulações com 15%, 20% e 25%FC não obtiveram diferenças estatisticamente significativas entre si. As formulações com 20% e 25% de substituição por farinha de coproduto de cambuci apresentaram as menores médias de aceitação global (4,86 em ambos os casos), valor correspondente à categoria “desgostei ligeiramente” na escala hedônica, esse resultado pode ser atribuído ao maior teor do coproduto nessas amostras, o que intensifica algumas características sensoriais do fruto, especialmente seu sabor ácido. O achado está em consonância com o estudo conduzido por Moreto et al. (2020), no qual a análise sensorial de produtos elaborados com farinha de guavirova (*Campomanesia xanthocarpa*) indicou menor aceitação para a formulação com 25% de substituição, que obteve média de 2,98, equivalente a “desgostei muito” na mesma escala.

Em relação ao atributo aparência, houve médias decrescentes e estatisticamente diferentes entre 0%FC e 10%FC. O aroma teve destaque na formulação controle, diferindo significativamente das outras. O atributo sabor apresentou o mesmo padrão, o que pode ser atribuído à introdução de compostos voláteis e compostos característicos do cambuci, alterando o perfil esperado em biscoitos tradicionais.

No que se refere ao atributo textura, todas as formulações apresentaram médias de aceitação positivas, situando-se entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente” na escala hedônica. Em relação à intenção de compra, observou-se que todas as formulações, com exceção da amostra controle, obtiveram médias correspondentes às categorias “provavelmente não compraria” e “talvez comprasse, talvez não comprasse”, indicando baixo potencial de inserção desses produtos na rotina alimentar dos avaliadores.

Sobre a intenção de compra, os resultados evidenciam que, a substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de coproduto de cambuci é viável em baixas concentrações (até 10% de substituição), contudo concentrações mais altas podem comprometer aceitação sensorial e intenção de compra pelo consumidor.

Houve diferença significativa entre a amostra controle (0%FC) e as demais, e esse resultado é esperado por conta da ausência das características que a farinha de coproduto de cambuci adicionaram às outras formulações.

Dentre as formulações com farinha de cambuci, a que apresentou melhor média de aparência, aroma, sabor, textura e intenção de compra foi a 10%FC, esse fenômeno pode ser explicado por ser o biscoito com menor presença da farinha de cambuci, tendo em contrapartida às outras elaborações, um impacto mais suave na percepção sensorial dos consumidores.

Conforme demonstrado na Tabela 19, os resultados da análise sensorial apresentaram variação em função do percentual de farinha de coproduto de cambuci incorporado à formulação dos biscoitos, sendo a amostra controle (0%FC) aquela que obteve as maiores médias de aceitação pelos avaliadores. Tal resultado pode ser explicado pelo fato do cambuci ser um fruto pouco conhecido e apresentar sabor ácido e aroma intenso, pouco familiar aos provadores. Ademais, a tendência observada de redução da aceitação com o aumento da concentração do ingrediente em estudo é amplamente relatada na literatura para diferentes matrizes alimentares.

A formulação controle (0%FC) é consistentemente a mais aceita. A partir da amostra 15%FC, os biscoitos já não possuem diferença significativa entre si na maioria dos atributos.

A Tabela 20 apresenta os atributos analisados pelos avaliadores na análise sensorial pelo teste Rate-All-That-Apply (RATA). Foram avaliados atributos como: mentolado, aroma ácido, sabor caramelizado, gosto salgado, cor dourada, crocante, aroma caramelizado, aparência seca, gosto ácido, aroma de ervas, condimentado, duro, macio, gosto doce, apimentado, aroma cítrico, cor amarronzada, cor esverdeada, sabor cítrico e aroma doce. Os atributos foram escolhidos a fim de estabelecer maior compreensão possível do perfil sensorial dos biscoitos, uma vez que existe interesse da indústria em utilizar as “farinhas de frutas” para produção de produtos como biscoito.

Tabela 20. Valores médios dos avaliadores para Rate-All-That-Apply (RATA).

Atributo	0%FC	10%FC	15%FC	20%FC	25%FC
mentolado	0,86 ^b	1,11 ^a	1,11 ^a	1,26 ^a	1,28 ^a
aroma ácido	0,87 ^d	1,12 ^c	1,29 ^{bc}	1,37 ^b	1,62 ^a
sabor caramelizado	1,86 ^a	1,42 ^b	1,37 ^b	1,36 ^b	1,33 ^b
gosto salgado	1,08 ^a	1,17 ^a	1,09 ^a	1,28 ^a	1,16 ^a
cor dourada	2,48 ^a	2,04 ^b	1,73 ^c	1,76 ^c	1,54 ^c
crocante	2,54 ^a	2,31 ^b	2,52 ^{ab}	2,58 ^a	2,50 ^{ab}
aroma caramelizado	1,63 ^a	1,38 ^a	1,49 ^a	1,46 ^a	1,37 ^a
aparência seca	1,34 ^b	1,69 ^a	1,71 ^a	1,87 ^a	1,82 ^a
gosto ácido	0,80 ^d	1,36 ^c	1,51 ^{bc}	1,70 ^b	2,03 ^a
aroma de ervas	0,83 ^c	1,28 ^b	1,34 ^{ab}	1,47 ^{ab}	1,57 ^a
condimentado	0,96 ^b	1,31 ^a	1,26 ^a	1,41 ^a	1,41 ^a
duro	1,32 ^{ab}	1,16 ^b	1,43 ^a	1,52 ^a	1,47 ^a
macio	1,71 ^a	1,68 ^a	1,35 ^b	1,35 ^b	1,25 ^b
gosto doce	2,33 ^a	1,91 ^b	1,78 ^{bc}	1,59 ^c	1,58 ^c
apimentado	0,80 ^b	0,96 ^{ab}	0,90 ^{ab}	0,94 ^{ab}	1,06 ^a
aroma cítrico	0,89 ^c	1,15 ^b	1,38 ^{ab}	1,29 ^b	1,59 ^a
cor amarronzada	1,32 ^c	2,22 ^b	2,43 ^{ab}	2,63 ^a	2,61 ^a
cor esverdeada	0,77 ^b	0,91 ^{ab}	0,93 ^{ab}	0,99 ^a	1,03 ^a
sabor cítrico	0,80 ^d	1,47 ^c	1,81 ^b	1,80 ^b	2,19 ^a
aroma doce	2,04 ^a	1,59 ^b	1,51 ^b	1,24 ^c	1,39 ^{bc}

Médias seguidas pela mesma letra na coluna ou linha não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Legendas: 0%FC = 0% de farinha de cambuci ; 10%FC = 10% de farinha de cambuci ; 15%FC = 15% de farinha de cambuci ; 20%FC = 20% de farinha de cambuci ; 25%FC = 25% de farinha de cambuci.

A Tabela 20 demonstra as médias dos atributos da avaliação Rate-All-That-Apply (RATA) dos biscoitos de substituição de farinha de coproduto de cambuci.

Os atributos gosto salgado, crocante e aroma caramelizado ($p > 0,05$) não tiveram diferença significativa. As maiores médias foram obtidas nas formulações 0%FC e 10%FC, sendo um padrão esperado uma vez que são os biscoitos que não contém ou contém a menor porcentagem de substituição de farinha de coproduto de cambuci.

Os atributos mentolado, aroma ácido, gosto ácido, aroma de ervas, aroma cítrico e sabor cítrico demonstraram aumento estatisticamente significativo ($p < 0,0001$), com as maiores médias apresentadas na amostra 25%FC. Esse comportamento demonstra que essas características podem refletir o perfil sensorial intrínseco do cambuci, que é reconhecido por sua acidez.

Cor dourada, gosto doce, aroma doce e macio apresentaram uma tendência inversa, com redução significativa à medida que a concentração de farinha de coproduto de cambuci aumenta. O atributo de cor dourada em especial reduziu de 2,48 na amostra controle (0%FC) para 1,54 na formulação 25%FC ($p < 0,0001$), o que pode ser atribuído à possíveis alterações relacionadas à reação de Maillard. A redução dos atributos gosto doce e aroma doce podem indicar que a farinha de coproduto de cambuci compete com a doçura esperada em biscoitos pelos consumidores.

Alterações na cor das amostras foram evidenciadas pelo aumento significativo da cor amarronzada ($p < 0,0001$) e da cor esverdeada ($p = 0,018$), crescentes com a incorporação da farinha de coproduto de cambuci. O aumento na coloração esverdeada pode ser relacionada à presença de clorofilas e fenólicos na farinha de coproduto de cambuci, enquanto escurecimento não enzimático pode justificar aumento da percepção do tom marrom.

Os dados obtidos pelo RATA permitiram identificar quais atributos associados à redução da aceitação dos biscoitos, demonstrando que o aumento da substituição da farinha de coproduto de cambuci promoveu modificações consistentes no perfil sensorial das formulações. Além disso, observou-se aumento significativo nos atributos relacionados à acidez, características cítricas e herbais, enquanto atributos associados à aceitação dos biscoitos tradicionais (doçura e cor dourada) apresentaram redução. Esses resultados corroboram os dados da análise da escala hedônica, indicando que as alterações do perfil sensorial promovidas pela substituição da farinha de trigo pela farinha de coproduto de cambuci contribuíram para a redução da aceitação global nos biscoitos com maiores percentuais de substituição.

6.7.1. Perfil dos consumidores

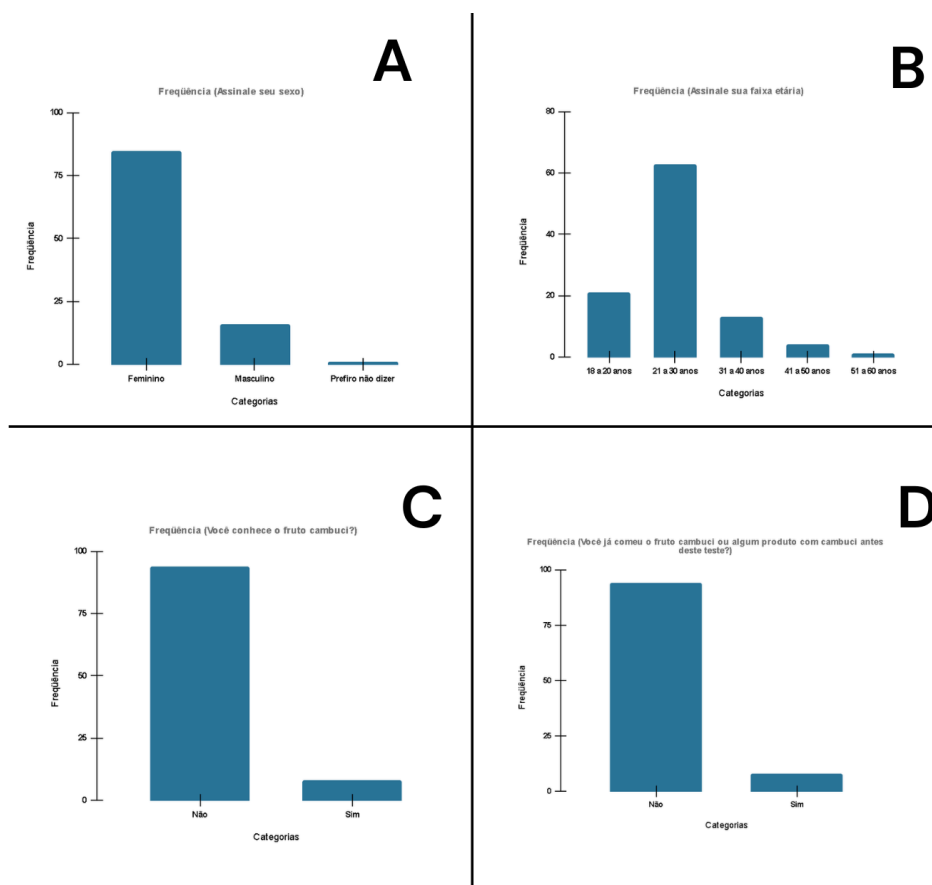


Figura 5. Perfil dos consumidores de acordo com assinalação de sexo (A), faixa etária (B), conhecimento sobre o fruto cambuci (C) e frequência de consumo de cambuci (D).

A Figura 5 demonstra que os consumidores foram majoritariamente do sexo feminino e da faixa etária dos 21 aos 30 anos, seguido da faixa etária dos 18 aos 20 anos. Esse perfil pode estar relacionado ao local de realização do estudo ter sido a Escola de Nutrição da UNIRIO, cuja comunidade acadêmica é composta predominantemente por mulheres e por indivíduos inseridos nas faixas etárias típicas da graduação e pós-graduação.

Além disso, observou-se que mais de 90% dos participantes relataram não conhecer o cambuci e nunca terem consumido produtos derivados dele. Esse resultado é relevante para a interpretação dos dados sensoriais, uma vez que, para a maioria dos consumidores, os biscoitos foram o primeiro contato com os atributos sensoriais característicos do fruto de cambuci, especialmente aroma e sabor.

Assim, a baixa familiaridade com o cambuci pode ter influenciado a percepção sensorial e, conseqüentemente, a aceitação das formulações avaliadas, em especial aquelas com maiores concentrações da farinha de coproduto de cambuci, nas quais os atributos de características cítricas, herbais e ácidas se intensificaram.

7. CONCLUSÃO

A caracterização da composição do fruto *in natura*, coproduto úmido e coproduto seco permitiu identificar características relevantes para o consumo *in natura* e o processamento agroindustrial do fruto. O fruto *in natura* é um fruto de baixo valor energético, baixos valores de açúcares e teor de vitamina C relevante para complementar a ingestão desse nutriente. O fruto do cambuci também apresentou teor significativo de compostos fenólicos, especialmente ácido gálico, sendo interessante a inclusão do fruto na alimentação, devido ao potencial para a saúde humana que este composto apresenta.

A farinha de coproduto de cambuci apresentou teor de fibras relevante, sendo cerca de 57% de sua composição. Sua aplicação em biscoitos resultou em produtos com teores de fibras variando entre 6,89 e 16,83 g/100g, demonstrando que esse ingrediente pode enriquecer a dieta da população brasileira com esse nutriente tão crucial para saúde intestinal e redução da obesidade e síndrome metabólica.

Os compostos fenólicos e o perfil de voláteis da farinha permaneceram relativamente estáveis ao longo do armazenamento, evidenciando o potencial do coproduto de cambuci como ingrediente funcional e aromatizante na indústria de alimentos.

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que a secagem convectiva apresentou desempenho similar na manutenção dos compostos fenólicos e voláteis da farinha durante o armazenamento, embora a liofilização seja tradicionalmente considerada uma das técnicas mais eficientes para preservar compostos bioativos. Ademais, concentrações superiores de ácido elágico livre foram observadas nas amostras submetidas à secagem convectiva durante todo o período analisado. Esses resultados indicam que a secagem convectiva pode ser uma alternativa tecnológica mais econômica para a produção da farinha de coproduto de cambuci, favorecendo sua aplicação em pequenas agroindústrias.

Quanto ao perfil de compostos voláteis do cambuci nas formas apresentadas neste estudo (*in natura*, coproduto úmido e coproduto seco), o (E)-cariofileno apareceu recorrentemente, levantando a possibilidade de ser um marcador para o aroma característico do fruto.

Na análise sensorial, observou-se que a formulação de 10%FC destacou-se entre aquelas adicionadas com a farinha de coproduto de cambuci, apresentando os melhores resultados para os atributos avaliados e para a intenção de compra.

Os resultados da análise RATA demonstraram que o aumento da concentração da farinha promoveu intensificação de atributos ácidos, cítricos e herbais, com redução

percepção de doçura, maciez e coloração dourada, contribuindo para a menor aceitação dos biscoitos com maiores percentuais de farinha de coproduto de cambuci.

A farinha de coproduto de cambuci apresenta potencial para aplicação na indústria de alimentos, agregando fibras alimentares, compostos bioativos e atributos aromáticos aos produtos. Além disso, a secagem convectiva mostrou-se uma alternativa promissora para sua elaboração, por ter viabilidade tecnológica, estabilidade ao longo do armazenamento e potencial de aplicação em escala agroindustrial.

Considerações finais

É importante a realização de estudos adicionais aplicando a farinha de coproduto em outros produtos como pães, bolos e barras de cereal, observando se a aceitação global melhora, piora ou se mantém, a fim de gerar maior interesse para o cultivo e agregação de valor a esse fruto pouco conhecido da biodiversidade brasileira.

Ademais, mais de 90% dos avaliadores relataram não conhecer o cambuci nem ter consumidos produtos derivados. Essa informação sugere que estratégias de divulgação, valorização e inserção desse fruto nativo da biodiversidade brasileira no mercado podem contribuir para ampliar sua aceitação e potencial de utilização de produtos derivados do cambuci.

REFERÊNCIAS

- AQUALAB. Analisador de Atividade de Água Decagon. ABRASEQ, Brasil, 1997.
- Andrade, J. S. *et al.* Caracterização física e química dos frutos de araçá-pera (*Psidium acutangulum* D.C.). **ACTA AMAZÔNICA** 23(2-3): 213-217. 1993. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/J3KvR8mFp7bgLbsxFyKWPJS/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 de janeiro de 2026.
- AOAC (2010) Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18th Edition, AOAC International, Washington DC.
- Araújo, E. S. **Avaliação das propriedades tecnológicas e bioativas de farinha elaborada com subproduto agroindustrial do cajá (*Spondias mombim* L.)**. Trabalho de Conclusão de Curso, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/29232/1/Ed%c3%a2ngerlydaSilvaAra%c3%baajo_Monogr..pdf.
- Araújo, F. F. *et al.* Polyphenols and their applications: An approach in food chemistry and innovation potential. **Food Chemistry**, v. 338, n 127535 , 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127535>. Acesso em: 15 de janeiro de 2026.
- Ares, G. *et al.* Evaluation of a rating-based variant of check-all-that-apply questions: Rate-all-that-apply (RATA). **Food Quality and Preference**, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.03.006>
- Azevedo, M. C. S. *et al.* Physicochemical variability of cambuci fruit (*Campomanesia phaea*) from the same orchard, from different locations and at different ripening stages. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, i. 2, p. 526-535, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.7756>.
- Bampi, M. *et al.* Composição centesimal do fruto, extrato concentrado e da farinha da uva-do-japão. **Ciência Rural**, v.40, n.11, p.2361-2367, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/NbvVmtqn7bvCD4bxYh8cvpn/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 de janeiro de 2026.
- Bayram, H. M. *et al.* Effect of drying methods on free and bound phenolic compounds, antioxidant capacities, and bioaccessibility of Cornelian cherry. **European Food Research and Technology**, v. 250, p. 2461-2478, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-024-04552-6>

Borguini, R. G. *et al.* Adding value to sociobiodiversity: quality and stability of buriti derivatives from the Cerrado biome. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 60, p. e04132, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2025.v60.04132>. Acesso em: 15 jan. 2026.

Braga, E. C. O. *et al.* Bioactive compounds of *Eugenia punicifolia* fruits: a rich source of lycopene. **Brazilian Journal of Food Technology**, 26, e2022130, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.13022>. Acesso em: 15 jan. 2026.

Brasil Food Trends. **Brasil à mesa: tendências gastronômicas para 2025**. 2024. Disponível em: <https://www.brasilfoodtrends.com.br/>. Acesso em: 15 de janeiro de 2026.

Brasil, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa - IN nº 161, de 1º de julho de 2022. **Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos**. Publicado no Diário Oficial da União nº 126, em 01/07/2022, p. 235. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-161-de-1-de-julho-de-2022-413366880>. Acesso em: 14 de abril de 2026.

Brasil, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa - IN nº 75, de 8 de outubro de 2020. **Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados**. Publicado no Diário Oficial da União nº 195, em 08/10/2020, p. 113. Disponível em: <https://in75.tabelanutricional.com.br/>. Acesso em: 12 de abril de 2026.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). RESOLUÇÃO - RDC Nº 360, de 26 de dezembro de 2003. **Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados**. Publicado no Diário Oficial da União nº 251, p. 33. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=26/12/2003&jornal=1&pagina=1&totalArquivos=72>

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). RESOLUÇÃO-RDC Nº 263, de 22 de setembro de 2005a. **Regulamento técnico para produtos cereais, farinhas e farelos**. Publicado no Diário Oficial da União nº 184, em 23/09/2005, p. 368. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html. Acesso em: 5 de fevereiro de 2026.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). RESOLUÇÃO-RDC Nº 272, de 22 de setembro de 2005b. **Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis**. Publicado no Diário Oficial da União nº 184, em 23/09/2005, p. 374. Disponível

em: <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/763352/pg-374-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-23-09-2005>. Acesso em: 5 de fevereiro de 2026.

Brasil. **Plano Nacional de Desenvolvimento da Fruticultura**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/2022/mapa-lanca-plano-de-fruticultura-em-parceria-com-o-setor-privado/PlanoNacionaldeDesenvolvimentodaFruticulturaMapa.pdf>. Acesso em: 2 de fevereiro de 2026.

Chagas, A. C. *et al.* Biscoitos tipo cookie elaborados com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de tamarillo (*Solanum betaceum*): caracterização química e sensorial. **SEMEAR: Revista de Alimentação, Nutrição e Saúde**, v. 2, n. 1, 2020. Disponível em: <https://seer.unirio.br/ralnuts/article/view/10178>. Acesso em: 11 de dezembro de 2025.

Donado-Pestana, C. M. *et al.* Polyphenols from Brazilian native Myrtaceae fruits and their potential health benefits against obesity and its associated complications. **Current Opinion in Food Science**, v. 19, p. 42-49, 2018. DOI 10.1016/j.cofs.2018.01.001. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.01.001>. Acesso em: 11 de dezembro de 2025.

Donado-Pestana, C. M. *et al.* Polyphenols of cambuci (*Campomanesia phaea* (O. Berg.)) fruit ameliorate insulin resistance and hepatic steatosis in obese mice. **Food Chemistry**, v. 340, n. 128169, 2021. DOI /10.1016/j.foodchem.2020.128169. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128169>. Acesso em: 11 de dezembro de 2025.

Downes, F. P. & Ito, K. (Ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington: American Public Health Association, 2001. 676 p.

Embrapa. **Fruticultura Tropical: Inovação tecnológica para o aumento da produtividade e qualidade das frutas tropicais brasileiras**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/portfolio/fruticultura-tropical>. Acesso em: 2 de fevereiro de 2026.

Ferrari, A. S. **Avaliação de fitoquímicos e das atividades antioxidante celular e antiproliferativa do suco de grumixama (*Eugenia brasiliensis*) e do suco de cambuci (*Campomanesia phaea*)**. 2014. 95 p. Dissertação (Mestrado em Biociências Aplicadas à Saúde) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2014. Acesso em: 11 de dezembro de 2025.

Franco, B.D.G.M. & Landgraf, M. **Microbiologia dos alimentos**. 2a edição. São Paulo: Editora Atheneu, 2023.

Freitas-Sá, D. G. C. *et al.* Effect of jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) O. Berg) and jamelão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) peel powders as colorants on color-flavor

congruence and acceptability of yogurts. **LWT**, v. 96, 215-221. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100332>. Acesso em: 18 de abril de 2026.

García, Y. M. **Caracterização de diferentes acessos de *Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg pelo perfil cromatográfico de voláteis**. (Tese de Doutorado) Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo - AL, 2021, 120 p. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/123456789/10009/1/Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20de%20diferentes%20acessos%20de%20Myrciaria%20floribunda%20%28H.%20West%20ex%20Willd.%29%20O.%20Berg%20pelo%20perfil%20cromatogr%C3%A1fico%20de%20vol%C3%A1teis.pdf>.

Godoy, R. L. O. *et al.* Identificação de compostos voláteis de jamelão (*Syzygium cumini*). **Higiene Alimentar**, 2013, v. 27, n. 218/219, p. 1569–1573.

Guimarães, M. L. L. *et al.* Potencial de aproveitamento dos coprodutos de frutas tropicais na elaboração de novos produtos alimentícios. **Research, Society and Development**, v. 12, n.2, p. 1-20, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i2.40012>. Acesso em: 26 de janeiro de 2026.

Hamacek, F. R. *et al.* ‘Araçá of Cerrado’ from the Brazilian Savannah: physical characteristics, chemical composition, and content of carotenoids and vitamins. **Fruits**, 2013, vol. 68, p. 467–481. DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/fruits/2013095>. Acesso em: 12 de abril de 2026.

Honório, J. S. **Qualidade da farinha produzida da gueroaba do cerrado em diferentes condições de secagem**. Dissertação de Mestrado, 2022. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/3300/2/Disserta%c3%a7%c3%a3o_JordanaHonorio.pdf. Acesso em: 26 de janeiro de 2026.

Inada, K. O. P. *et al.* Bioaccessibility of phenolic compounds of jaboticaba (*Plinia jaboticaba*) peel and seed after simulated gastrointestinal digestion and gut microbiota fermentation. **Journal of Functional Foods**, v. 67, 103851, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103851>. Acesso em: 15 de janeiro de 2026.

Kocaman, B. *et al.* Impact of drying techniques on strawberry powder characteristics. **Food Measure** 19, 6694–6704 (2025). DOI: <https://doi.org/10.1007/s11694-025-03430-3>.

Limeira, R. R. T. *et al.* AÇÕES FARMACOLÓGICAS DO α -PINENO E β -PINENO. **Revista de Ciências da Saúde Nova Esperança**, 2024, 22(3): 373-388. DOI: 10.17695/rcsne.vol22.n3.p373-388. Acesso em: 25 de mai. 2026.

Long, X. *et al.* Changes in phenolic compounds of *Phyllanthus emblica* juice during different storage temperature and pH conditions. **Journal of Food Science**. 2024 ;89(7):4312-4330. DOI: 10.1111/1750-3841.17129.

Macrae, R. A series of monographs: HPLC in food analysis. **Food Science and Technology**. Editora Academic Press, 2a ed. p. 77, 1998.

Magalhães, M. P. D. *et al.* Obtaining flour from acerola processing residue and evaluating bioactive and nutritive compounds. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.20714>. Acesso em: 11 de dezembro de 2025.

Mihaylova, D., Dimitrova-Dimova, M. & Popova, A. Dietary Phenolic Compounds—Wellbeing and Perspective Applications. **International Journal of Molecular Sciences**. 2024 Apr 27;25(9):4769. DOI: 10.3390/ijms25094769.

Moreno, J. A. J. *et al.* An overview of the ellagic acid and proanthocyanidins' polyphenols from cambuci (*Campomanesia phaea* Berg): Myrtaceae's Family. **European Food Research and Technology**, v. 250, p. 859-876, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-023-04413-8>. Acesso em: 11 de dezembro de 2025.

Moreto, V. O. *et al.* Desenvolvimento e análise sensorial de biscoito acrescido de farinha de Guavirova. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v.6, n.8,p.58580-58588, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/15056/12433>. Acesso em: 15 de janeiro de 2026.

Narita, I. M. P. *et al.* Bioacessibilidade in vitro de carotenoides e compostos fenólicos e capacidade antioxidante de farinhas do fruto pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Brazilian Journal of Food Technology**, 25, e2021068, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.06821>.

Nascimento, L. S. M. *et al.* Characterization of Bioactive Compounds in *Eugenia brasiliensis*, Lam. (Grumixama). **Nutrition and Food Technology: Open Access**, v. 3.3, 2017. DOI 10.16966/2470-6086.146.

Nascimento, L. S. M. **Identificação e quantificação de compostos bioativos em frutos de *Eugenia brasiliensis*, Lam.** Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://portal.ifrj.edu.br/ckfinder/userfiles/files/PROPPI/P%C3%B3s-gradua%C3%A7%C3%BAo>

[A3o/PCTA/DISSERT2015/Dissertacao_LUZIMAR_2015\(turma2014\).pdf](#). Acesso em: 24 de maio de 2026.

Nogueira, R. I. *et al.* **Manual para construção de um secador de frutas**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1997. 20 p. (EMBRAPA-CTAA. Documentos; n.10). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/410404/1/1997DOC0010.pdf>. Acesso em: 11 de dezembro de 2025.

Oliveira, P. M. & Aquino, A. C. M. S. Farinha de resíduos de feijoa (*Acca sellowiana*): caracterização química, aceitação sensorial e intenção de compra de biscoitos tipo cookies. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20339>. Acesso em: 11 de dezembro de 2025.

Organização das Nações Unidas. **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 24 mai 2026.

Pacheco, S. **Melhoria e implantação de metodologias de análise de alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência**. 2014. 146 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/RJ, 2014.

Padovani, R. M. *et al.* Dietary reference intakes: aplicabilidade das tabelas em estudos nutricionais. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 6, p. 741-760, nov./dez. 2006. DOI 10.1590/S1415-52732006000600010.

Pashazadeh, H. *et al.* Effect of convective drying on phenolic acid, flavonoid and anthocyanin content, texture and microstructure of black rosehip fruit. **Journal of Food Composition and Analysis**, 215, 105738, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105738>

Pereira, E. S. *et al.* Biological activity and chemical composition of native fruits: a review. **Agrociencia Uruguay**. 2021;25(NE2):e815. DOI: 10.31285/AGRO.25.815. Acesso em: 26 de janeiro de 2026.

Ramos, S. A. *et al.* Reaproveitamento de resíduos alimentares: Desenvolvimento e caracterização de farinha de casca de tangerina (*Citrus reticulata*). **Scientia Plena**, v. 19, n. 04, 2023. DOI: 10.14808/sci.plena.2023.041501. Acesso em: 15 de janeiro de 2026.

Rocha, W. S. *et al.* Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000400021> . Acesso em: 15 de janeiro de 2026.

Rodriguez-Amaya, D. B. **A Guide to Carotenoid Analysis in Foods**. 64p. 2001.

Ronchi, H. S. **Cadeia produtiva dos frutos da *Campomanesia phaea* (cambuci): prospecção de produtos medicinais, aromáticos e alimentícios e sua inserção no mercado**. 2021. 78 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu/SP, 2021.

Rosa, J. S. *et al.* Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 837-846, 2007. DOI 10.1590/S0101-20612007000400025.

Saleh, M. *et al.* Fruit By-Product Processing and Bioactive Compounds. **Journal of Food Quality**, v. 2021, i. 1, 5513358, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/5513358>

Santoro, M.B. *et al.* Adventitious rooting and anatomical aspects of *Campomanesia phaea* stems. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 44, n. 53602, 2022. DOI 10.4025/actasciagron.v44i1.53602.

Santos, J. E. T., Castro, W. F. & Gonçalves, G. A. S. Potencial do uso do tamarillo (*Solanum betacea*) e seus coprodutos na panificação como farinha alternativa em pão tipo australiano. In: **Anais do IV Simpósio de Ciência e Tecnologia de Alimentos (SICITAL)**. Diamantina (MG) UFVJM, 2025. Disponível em: [https://www.even3.com.br/anais/iv-simposio-ciencia-tecnologia-alimentos-sicital/1120714-PO-TENCIAL-DO-USO-DO-TAMARILLO-\(SOLANUM-BETACEA\)-E-SEUS-COPRODUTO-S-NA-PANIFICACAO-COMO-FARINHA-ALTERNATIVA-EM-PAO](https://www.even3.com.br/anais/iv-simposio-ciencia-tecnologia-alimentos-sicital/1120714-PO-TENCIAL-DO-USO-DO-TAMARILLO-(SOLANUM-BETACEA)-E-SEUS-COPRODUTO-S-NA-PANIFICACAO-COMO-FARINHA-ALTERNATIVA-EM-PAO). Acesso em: 26 de janeiro de 2026.

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, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104500>

Silva, I. G., *et al.* Estudo de caracterização do fruto cambuci [*Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum] e sua aplicação no processamento de geleia. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 30, n. 1, p. 83-90, 2012. Acesso em: 26 de janeiro de 2026.

Silva, R. R. **Bioavailability of ellagitannins from cambuci (*Campomanesia phaea* Berg) in healthy and in obese subjects**. 2022. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Ciência Farmacêutica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022. DOI 10.11606/D.9.2022.tde-29072022-205852.

Souza, R. B. S. *et al.* Chemical characterization of grumixama-açu (*Eugenia villanovae* Kiaersk.) fruit: A new source of bioactive compounds. **Journal of Food Composition and Analysis**, 2025 148,108412. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2025.108412>. Acesso em: 15 jan. 2026.

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. 3613. p.17, 2021 DOI 10.3390/molecules26123613.

Storck, C. R. *et al.* Qualidade microbiológica e composição de farinhas de resíduos da produção de suco de frutas em diferentes granulometrias. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.18, n. 4, p. 277-284, 2015. DOI 10.1590/1981-6723.1615.

Taver *et al* Bioactive Compounds and In Vitro Antioxidant Capacity of Cambuci and Uvaia: An Extensive Description of Little-Known Fruits from the Myrtaceae Family with High Consumption Potential. **Foods**, 11, 2612, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11172612>. Acesso em: 29 dez 2025.

Tokairin, T. de O.; Neto, H. B. & Jacomino; A. P. Cambuci - *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum. **Exotic Fruits Reference Guide**. p. 91-95, 2018. DOI 10.1016/B978-0-12-803138-4.00013-7.

Tokairin, T. O. **Caracterização e conservação pós-colheita de cambuci, fruto nativo da Mata Atlântica**. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018.

Tokairin, T. O. *et al.* Cambuci ripening: Postharvest quality and volatile compounds production implications. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 45, e-850, 2023. DOI 10.1590/0100-29452023850.

U.S. Department of Agriculture (USDA). **FoodData Central**. 2019. Disponível em: <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/746771/nutrients>. Acesso em: 15 de janeiro de 2026.

Xu, K.W. *et al.* Grumixama (*Eugenia brasiliensis* Lam.) cultivated in the Cerrado has high content of bioactive compounds and great antioxidant potential. **Ciência Rural**, v. 50, n.4, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr201906>