

SUBMETIDO 28/07/2023

APROVADO 20/09/2023

PUBLICADO ON-LINE 01/12/2023

VERSÃO FINAL DIAGRAMADA 25/03/2025

EDITORA ASSOCIADA

Profa. Dra. Dalany Menezes Oliveira

doi <https://doi.org/10.18265/2447-9187a2022id7842>
ARTIGO ORIGINAL

Sorvetes saborizados com coprodutos de frutas tropicais, desidratados por secagem convectiva: caracterização microbiológica, físico-química e propriedades funcionais

 Viviana Pereira de Meneses ^[1] *

 Ana Luiza Macedo de Araújo ^[2]

 João Ferreira Neto ^[3]

 Hermano Oliveira Rolim ^[4]

 Carlos Christiano Lima dos Santos ^[5]

 Poliana Sousa Epaminondas Lima ^[6]

[1] vivianapereira2012@hotmail.com

[3] j-f-n@bol.com.br

[4] rolimano@hotmail.com

Instituto Federal da Paraíba (IFPB),
Campus Sousa, Sousa, Paraíba, Brasil

[2] analu.macedoaraujo@gmail.com
Escola Agrícola de Jundiá,
Universidade Federal do Rio Grande
do Norte (UFRN), Macaíba, Rio
Grande do Norte, Brasil

[5] carloschristiano10@gmail.com
Universidade Federal da
Paraíba (UFPB), João Pessoa,
Paraíba, Brasil

[6] polis.epaminondas@yahoo.com.br
Instituto Federal da Paraíba (IFPB),
Campus Cabedelo, Cabedelo,
Paraíba, Brasil

* Autor para correspondência.

RESUMO: No Brasil, a produção nas indústrias de polpas de frutas cresce a cada ano, gerando maior quantidade de resíduos e causando um impacto ambiental negativo. Uma opção viável para agregar valor e promover o aproveitamento desses subprodutos é a transformação por meio de secagem. Os produtos desidratados têm se destacado pela facilidade de conservação e comercialização. Uma forma de empregar esses resíduos após a desidratação é incorporá-los, sob a forma de pós, em sorvetes, como saborizantes naturais. Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar o aproveitamento dos resíduos desidratados de manga (RDM), goiaba (RDG) e acerola (RDA), obtidos por secagem convectiva em bandejas (55 °C/ 48 horas), e aplicá-los em sorvetes como saborizantes naturais. Nos sorvetes foram avaliadas as características físico-químicas, as propriedades funcionais e a qualidade higiênico-sanitária, esta também aplicada aos coprodutos desidratados. Nas análises físico-químicas, a amostra F3 (sorvete com adição de 10% de coproduto desidratado de acerola) destacou-se pela acidez total (1,00%), acidez em ácido láctico (0,91%) e teor de proteínas (4,63%). Em relação aos carboidratos e ao valor calórico, as três formulações de sorvetes apresentaram semelhança entre si ($p > 0,05$). A F3 mostrou-se mais rica em compostos fenólicos e vitamina C. A F2 (sorvete com adição de 10% de coproduto desidratado de goiaba) apresentou maior teor de carotenoides em licopeno e menor teor de carotenoides em β -caroteno. A qualidade higiênico-sanitária esteve dentro dos padrões estabelecidos, tanto para os coprodutos desidratados das três frutas quanto para as três formulações de sorvetes. Diante dos resultados satisfatórios das formulações, sugere-se que a adição dos coprodutos de manga, goiaba e acerola seja uma alternativa viável como saborizante natural e incremento de nutrientes e fitoquímicos em sorvetes, reduzindo o desperdício sem interferir de forma significativa nas características do produto.

Palavras-chave: aproveitamento; gelados comestíveis; resíduos; saborizante natural; sorvete saborizado.

Ice creams flavored with co-products of tropical fruits, dehydrated by convective drying: microbiological and physicochemical characterization, and functional properties

ABSTRACT: *In Brazil, the production in the fruit pulp industry grows annually, generating an increasing amount of waste and causing a negative environmental impact. A viable option to add value and promote the use of these by-products is trough drying. Dehydrated products have gained prominence due to their ease of conservation and commercialization. One way to use these residues after dehydration is to incorporate them, in powder form, into ice creams as natural flavoring. Therefore, this study aimed to evaluate the use of dehydrated mango (RDM), guava (RDG), and acerola (RDA) residues, obtained through convective tray drying (55 °C/ 48 hours), and apply them in ice creams as natural flavorings. The ice creams were evaluated for their physicochemical characteristics, functional properties, and hygienic-sanitary quality, the latter also applied to the dehydrated co-products. Regarding the physicochemical analyses, sample F3 (ice cream with 10% addition of dehydrated acerola co-product) stood out for total acidity (1.00%), lactic acid acidity (0.91%) and protein content (4.63%). In terms of carbohydrates and caloric value, the three ice cream formulations showed similarities ($p > 0.05$). F3 was richer in phenolic compounds and vitamin C. F2 (ice cream with 10% addition of dehydrated guava co-product) presented a higher carotenoid content in lycopene and a lower content of carotenoids in β -carotene. The hygienic-sanitary quality was within the standards for both the dehydrated co-products of the three fruits and the three ice cream formulations. Given the satisfactory results of the formulations, it is suggested that the addition of mango, guava and acerola co-products is a viable alternative as a natural flavoring and an enhancement of nutrients and phytochemicals in ice creams, reducing waste without significantly affecting the product's characteristics.*

Keywords: *edible ices; flavored ice cream; natural flavoring; utilization; waste.*

1 Introdução

Um dos desafios que a indústria de alimentos enfrenta nos últimos anos é atender às crescentes exigências dos consumidores em relação ao consumo de produtos industrializados. Uma das principais demandas é que os alimentos sejam mais naturais, com a mínima ou nenhuma adição de produtos químicos. Estudos destacam os benefícios da utilização de aromatizantes provenientes de componentes das folhas, raízes, frutas e flores para a saúde (Adedokun *et al.*, 2022; Lachno *et al.*, 2019; Markovinović *et al.*, 2024).

A preocupação com a qualidade de vida e a saúde estimula os consumidores a terem mais cuidado na escolha dos alimentos que compõem sua dieta. Dessa forma, observa-se uma crescente procura por alimentos que contenham substâncias funcionais, por promoverem uma melhor modulação do organismo, contribuindo para a saúde. Esses

componentes funcionais estão presentes naturalmente nos alimentos, principalmente em frutas e nos resíduos gerados a partir de seu processamento (Barreto; Zancan; Menezes, 2015).

Frutas tropicais, como a manga (*Mangifera indica* L.), a goiaba (*Psidium guajava* L.) e a acerola (*Malpighia emarginata* D.C.), são valorizadas pelo seu aroma e sabor e têm atraído o interesse de químicos e indústrias especializadas em aromas, devido aos seus constituintes voláteis e sabores diferenciados. Os ácidos presentes nessas frutas também contribuem para o sabor final característico de alimentos como o sorvete (Feitosa *et al.*, 2020).

Os resíduos provenientes de frutas contêm elevado teor de nutrientes e fitoquímicos aromáticos. Quando descartados, esses resíduos geram impactos ambientais, como sobrecarga de aterros sanitários e eutrofização de corpos d'água, entre outros (Ansiliero *et al.*, 2020). Uma maneira de aproveitar o potencial desses resíduos é utilizá-los como aromatizantes naturais na produção de alimentos, como sorvetes, constituindo uma alternativa para aumentar seu valor nutricional (Amariz, 2015).

O sorvete é amplamente aceito pelos consumidores e segue uma tendência de inovação em novos sabores e texturas, com perspectivas de crescimento no Brasil, especialmente durante o verão, considerando o clima tropical do país (ABIS, 2020).

Esse gelado comestível é uma sobremesa muito consumida, com uma composição nutricional completa em termos de macronutrientes, devido aos ingredientes utilizados em sua elaboração. Essa composição pode ser enriquecida com vitaminas, minerais, fibras e fitoquímicos pela adição de coprodutos agroindustriais desidratados (Aragão *et al.*, 2018). Uma forma de incorporar esses resíduos aos sorvetes é transformá-los em pós, por meio de secagem convectiva em estufa (Dias, 2018).

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo a elaboração de sorvetes adicionados de coprodutos desidratados oriundos do processamento de frutas tropicais, como manga, goiaba e acerola, além de realizar a caracterização funcional, físico-química e microbiológica desses sorvetes, visando agregar valor nutricional, promover o sabor natural e aproveitar os resíduos agroindustriais.

No decorrer deste trabalho, são apresentadas informações relevantes sobre o experimento proposto, com uma breve revisão teórica (seção 2). Na metodologia (seção 3), são detalhados os procedimentos para a obtenção dos dados, que são analisados na discussão dos resultados (seção 4). Por fim, a conclusão (seção 5) enfatiza a viabilidade da aplicação de coprodutos agroindustriais em produtos alimentícios.

2 Referencial teórico

Nesta seção são abordados aspectos relevantes relacionados às características microbiológicas, físico-químicas e funcionais dos sorvetes elaborados com coprodutos provenientes do processamento de manga, goiaba e acerola. Além disso, discute-se o processo de secagem como uma importante ferramenta no aproveitamento de resíduos agroindustriais e a aplicação de coprodutos secos em gelados comestíveis, atuando como saborizantes naturais.

2.1 Frutas tropicais: manga, goiaba e acerola

A manga, a goiaba e a acerola destacam-se como frutas tropicais de elevado valor nutricional. Contudo, o processamento dessas frutas para a elaboração de diversos produtos resulta em uma grande quantidade de resíduos, que frequentemente são descartados de forma indevida, gerando problemas ambientais (Amorim, 2016).

2.2 Resíduo da manga

O processamento da manga gera resíduos (casca e caroço) que representam entre 35% e 60% da massa total da fruta, dependendo de sua variedade e do tipo de processamento. Apesar de o caroço ser também um resíduo, a casca tem sido mais explorada em estudo (Mendes; Bora; Ribeiro, 2012). Espera-se que o valor nutricional da manga seja amplamente reconhecido em função das propriedades farmacológicas da mangiferina e da riqueza da fruta em compostos fenólicos, considerados promissores para a saúde humana. A exploração comercial das propriedades biológicas da mangiferina pelas indústrias farmacêutica e alimentícia pode impactar positivamente a produção e o consumo da manga e de seus derivados, bem como promover o aproveitamento eficiente dos resíduos ao longo de sua cadeia produtiva (Aguilar; Garcia; Liberato, 2022).

Durante o processamento da manga, a casca é o resíduo de maior volume, e seu aproveitamento industrial é raro, sendo esse resíduo, em sua maior parte, descartado. A prática de reutilização de alimentos que seriam desperdiçados promove a sustentabilidade, reduzindo a quantidade de resíduos orgânicos lançados no ambiente e seu impacto negativo. Além disso, o uso de partes não convencionais das frutas enriquece a dieta com micronutrientes, macronutrientes e fibras. Os componentes bioativos presentes nessas partes podem oferecer diversos benefícios à saúde, auxiliando no combate a doenças (Pereira; Firmo; Coutinho, 2022).

A industrialização da casca da manga pode reduzir a geração de resíduos sólidos e promover a produção de alimentos saudáveis, uma vez que a casca contém compostos com atividade antioxidante, boa quantidade de carboidratos (fibras), água e proteínas, o que possibilita sua utilização em formulações alimentares (Rybka; Lima; Nassur, 2018). O aproveitamento da casca como matéria-prima para novos alimentos agrega valor econômico e diminui o desperdício, assegurando ao consumidor um produto nutricionalmente rico e com menos danos ao meio ambiente, como a sobrecarga de aterros sanitários e a eutrofização de lençóis freáticos (Pinheiro *et al.*, 2019).

2.3 Resíduos de goiaba

No processamento industrial da goiaba, geralmente são descartadas as sementes, além de parte da casca e da polpa, que juntas podem representar até 30% da massa da fruta (Farias, 2016). Estudos indicam que tanto a casca quanto as sementes podem ser fontes de antioxidantes. Assim como a polpa, a casca da goiaba contém elevados teores de compostos fenólicos. Além desses compostos, os resíduos da goiaba apresentam quantidades significativas de outros antioxidantes, como o ácido ascórbico e carotenoides, especialmente o licopeno e o betacaroteno (Lima, 2019; Sousa *et al.*, 2021). Souza *et al.* (2017) destacam que os resíduos de goiaba têm aplicações tecnológicas tanto para alimentação humana quanto animal, devido à sua alta quantidade de fibras.

2.4 Resíduos de acerola

Durante o processo de extração de polpa ou suco, a acerola gera uma quantidade significativa de resíduos, incluindo cascas, sementes e parte da polpa. Esses resíduos, frequentemente descartados de forma inadequada, geram grandes volumes de lixo orgânico. O aproveitamento desses subprodutos para a alimentação humana seria uma alternativa viável, pois estes contêm compostos importantes, como antocianinas, vitamina C, carotenoides e fibras. Além disso, seu aproveitamento poderia contribuir para a geração de renda e a agregação de valor comercial a produtos (Oliveira, 2019). A utilização é relevante, pois, além de enriquecer a dieta com nutrientes essenciais, atende às demandas dos consumidores por alimentos mais saudáveis (Rocha, 2019).

2.5 Compostos bioativos em vegetais

Frutas e vegetais fornecem ao organismo macro e micronutrientes, além de compostos químicos com atividade biológica comprovada. Esses compostos, denominados de bioativos ou fitoquímicos, desempenham efeitos benéficos à saúde (Verruck; Prudencio; Silveira, 2018). De acordo com a RDC nº 2, de 7 de janeiro de 2002, os compostos bioativos incluem tanto nutrientes quanto substâncias não nutrientes, que possuem ação metabólica ou fisiológica específica (Anvisa, 2002).

Estudos epidemiológicos indicam que uma dieta rica em compostos bioativos pode reduzir o risco de doenças cardiovasculares, distúrbios alimentares, cânceres e enfermidades inflamatórias, despertando o interesse pelos alimentos funcionais (Dias Simas; Lima Junior, 2020; Rocha *et al.*, 2021). Esses compostos podem ser encontrados em várias partes da planta, como caule, folhas, flor e frutas, e também nos bagaços, que, muitas vezes, são desperdiçados por falta de conhecimento (Damiani; Martins; Becker, 2020).

2.6 Secagem em alimentos

A secagem é um dos processos mais antigos utilizados pelo ser humano e ainda hoje é amplamente empregado, pois mantém os atributos nutritivos dos alimentos. O calor acelera a evaporação da água ou de outro líquido presente no material sólido, promovendo a transferência de calor e de massa, com a remoção parcial ou total da água. Esse método reduz a atividade de água nos alimentos, inibindo o desenvolvimento de micro-organismos, embora não interrompa as reações enzimáticas ou outras reações químicas, mas as reduz significativamente (Lima, 2017). Quando submetidos à secagem, muitos produtos mantêm suas características físicas e seu valor nutricional, além de aumentarem sua estabilidade e vida útil, garantindo a segurança alimentar (Leonardi; Azevedo, 2018).

No contexto comercial, a secagem por convecção é a técnica mais utilizada, na qual o ar aquecido passa pela camada do alimento, promovendo a migração da umidade interna para a superfície, com posterior dissipação para o ambiente. A secagem convectiva é realizada principalmente em estufas convencionais ou com circulação de ar forçada, com tempos e temperaturas ajustados conforme os objetivos pretendidos (Albini; Freire; Freire, 2019).

2.7 Desidratação de resíduos tropicais

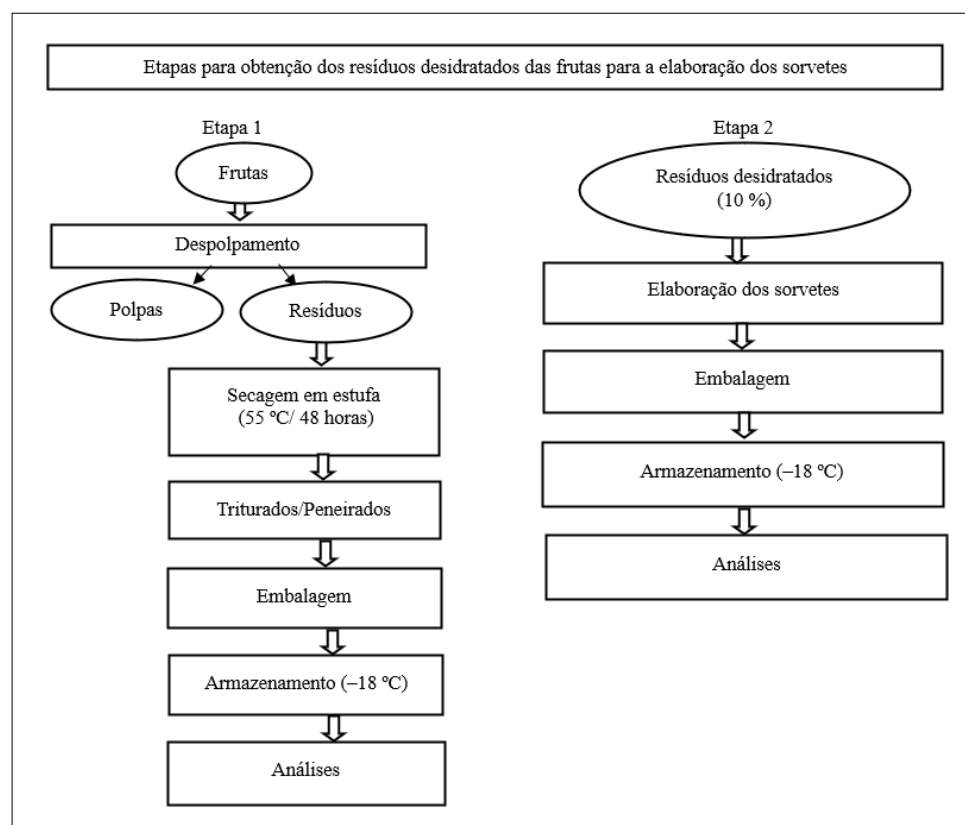
Frutas e hortaliças são essenciais para a alimentação humana, fornecendo vitaminas e minerais. Muitos desses nutrientes estão presentes em partes das frutas que, geralmente, são descartadas, como bagaços, sementes e cascas, o que aumenta a geração de resíduos. O aproveitamento desses resíduos não só contribui para a redução da poluição ambiental, como também responde à demanda crescente por novos alimentos (Fernandes, 2017; Damiani; Martins; Becker, 2020).

A crescente preocupação com a qualidade de vida tem levado a um maior cuidado com a escolha dos alimentos, havendo uma busca por aqueles que contêm substâncias funcionais, devido ao seu impacto positivo na modulação do organismo. Esses componentes estão presentes naturalmente nos alimentos, principalmente em frutas e nos resíduos de seu processamento. As frutas tropicais, como manga, goiaba e acerola, destacam-se pela abundância de antioxidantes naturais. Uma alternativa para o aproveitamento de seus resíduos é a transformação em pós, por meio da secagem convectiva, para posterior utilização como saborizantes em sorvetes (Barreto; Zancan; Menezes, 2015).

3 Método da pesquisa

O presente estudo foi executado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), *campus* Sousa, em duas etapas. A primeira consistiu na preparação dos resíduos, e a segunda, na elaboração dos sorvetes, conforme o fluxograma apresentado na Figura 1.

Figura 1 ►
Etapas para a elaboração dos sorvetes.
Fonte: adaptada de Meneses et al. (2018)



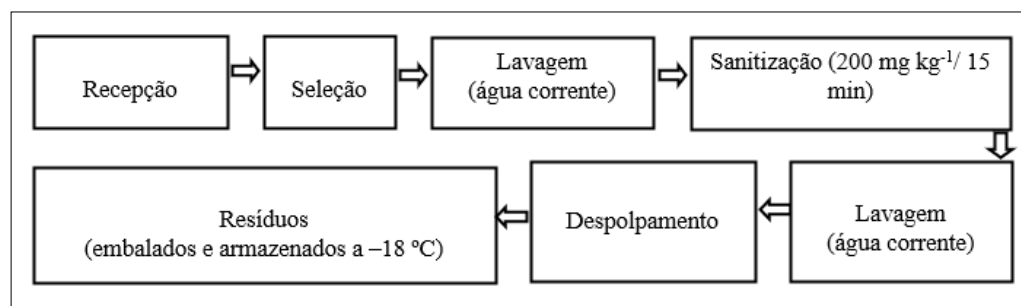
3.1 Aquisição das matérias-primas: frutas e resíduos

As mangas (*Mangifera indica* L.), goiabas (*Psidium guajava* L.) e acerolas (*Malpighia emarginata* D.C.) foram adquiridas no mercado municipal da cidade de Nazarezinho, estado da Paraíba (PB), e em plantações do próprio IFPB. Após a obtenção, as frutas foram recebidas e selecionadas. Em seguida, foram submetidas às etapas de lavagem, sanitização (com água clorada a 200 mg.kg^{-1} por 15 minutos), nova lavagem e despulpamento em máquina semiautomática, no Laboratório de Frutas e Hortaliças da Agroindústria, no *campus* Sousa do IFPB. Após esses procedimentos, os resíduos foram acondicionados em recipientes de polipropileno e armazenados até a fase de desidratação e análises. Os processos de beneficiamento das frutas ocorreram conforme detalhado na Figura 2 (Meneses *et al.*, 2018).

Figura 2 ►

Etapas de despulpamento das frutas manga, goiaba e acerola.

Fonte: adaptada de Meneses *et al.* (2018)



3.2 Secagem dos resíduos tropicais

Os coprodutos de manga, goiaba e acerola foram desidratados em estufa com circulação de ar forçada a 55°C , por 48 horas, conforme metodologia adaptada de Araújo *et al.* (2014) e Meneses *et al.* (2018). Inicialmente, os resíduos úmidos foram colocados sobre telas de nylon fixadas em bandejas de alumínio, e estas, em seguida, foram inseridas no equipamento. Após o período de desidratação, os resíduos secos foram triturados e peneirados, utilizando-se, respectivamente, um processador doméstico Arno, modelo LN30, e peneiras de 20 mesh. Os resíduos em forma de pó foram armazenados em sacos de polipropileno (Figura 3) e mantidos a temperatura de congelamento (-18°C).

Figura 3 ►

Resíduos desidratados em forma de pó.

Fonte: arquivo dos autores



3.3 Formulações e matérias-primas utilizadas na fabricação dos sorvetes

A elaboração dos sorvetes foi realizada no Laboratório de Processamento de Leite do IFPB – Campus Sousa. Foram produzidas três formulações de sorvetes, cada uma com a adição de 10% dos coprodutos desidratados de manga, goiaba e acerola (Tabela 1), conforme metodologia adaptada de Lamounier *et al.* (2015) e Meneses *et al.* (2019).

Tabela 1 ►

Formulações dos sorvetes saborizados com pós dos coprodutos de frutas tropicais.
Fonte: adaptada de Lamounier et al. (2015) e de Meneses et al. (2019)

Ingredientes	Formulações (%)		
	F1	F2	F3
Leite	67	67	67
Açúcar	17	17	17
Leite em pó	2	2	2
Gordura vegetal	2	2	2
Pós dos resíduos	10	10	10
Liga neutra	1	1	1
Emulsificante	1	1	1

F1: Sorvete com adição de 10% de coproduto desidratado de manga (casca); F2: Sorvete com adição de 10% de coproduto desidratado de goiaba; F3: Sorvete com adição de 10% de coproduto desidratado de acerola.

3.4 Processamento dos sorvetes

A fabricação dos sorvetes seguiu a metodologia adaptada de Lamounier *et al.* (2015) e Meneses *et al.* (2019). Inicialmente, o leite foi batido em liquidificador industrial, com adição de açúcar, leite em pó, emulsificante e liga neutra, formando a calda. Em seguida, foram incorporados os coprodutos desidratados das frutas como saborizantes naturais, na proporção de 10% de coproduto desidratado de manga (casca), goiaba e acerola, correspondendo às formulações F1, F2 e F3, respectivamente. Após essa etapa, a mistura foi homogeneizada por 5 minutos no mesmo equipamento para garantir a uniformidade dos ingredientes. Posteriormente, a calda foi pasteurizada a 72 °C por 15 segundos e, em seguida, resfriada a 10 °C. As formulações foram, então, refrigeradas a 6 °C por 12 horas para maturação. Após a maturação, a calda foi batida em batedeira industrial para incorporação de ar, acondicionada em potes com tampa (Figura 4) e congelada a –18 °C, sendo mantida nessa condição até sua caracterização.

Figura 4 ►

Sorvetes em potes fechados.
Fonte: arquivo dos autores



3.5 Análises físico-químicas dos sorvetes

Os sorvetes foram caracterizados quanto aos teores de atividade de água (A_w), umidade, sólidos totais (ST), cinzas, pH, teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), acidez expressa em ácido orgânico específico, proteínas, lipídios, carboidratos e valor calórico, de acordo com os procedimentos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). A exceção foi a caracterização da gordura, que seguiu o método experimental adaptado de Pereira *et al.* (2001). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

3.6 Análise microbiológica dos resíduos desidratados e sorvetes

A qualidade higiênico-sanitária dos coprodutos desidratados foi avaliada conforme a Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), estabelecida para frutas secas, desidratadas ou liofilizadas. Foram verificados os seguintes microrganismos: coliformes a 45 °C (termotolerantes), *Salmonella*, bolores e leveduras. Adicionalmente, foi realizada a análise de coliformes a 35 °C (totais) e aeróbios mesófilos (Anvisa, 2022).

Nos sorvetes, foram realizadas análises de *Staphylococcus coagulase* positiva e *Salmonella* spp., além de coliformes a 45 °C, seguindo-se a mesma Instrução Normativa nº 161 (Anvisa, 2022). As análises foram conduzidas conforme metodologias descritas por Silva *et al.* (2021).

3.7 Determinações das propriedades funcionais dos sorvetes

A metodologia adaptada de Shori e Baba (2014) foi utilizada para avaliar os compostos fenólicos e a atividade antioxidante dos sorvetes a partir de extratos aquosos. Os compostos fenólicos foram determinados conforme metodologia adaptada de Nóbrega *et al.* (2015), em triplicata, sendo os resultados expressos com base em uma curva padrão de calibração com diferentes concentrações de ácido gálico, diluídas em etanol a 95%. Os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de ácido gálico (GAE) por 100 gramas de amostra, em base úmida (b.u.) e em base seca (b.s.).

Para a determinação da atividade antioxidante dos extratos aquosos dos sorvetes, utilizou-se o radical livre 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH), aplicando-se a metodologia adaptada por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995). Os resultados da atividade antioxidante foram expressos em percentual, com base em uma curva padrão preparada com diferentes concentrações de Trolox, sendo os resultados determinados em $\mu\text{mol TE/g}$ de amostra, em base úmida (b.u.) e seca (b.s.).

A metodologia adaptada de Nagata e Yamashita (1992) foi empregada para avaliar os carotenoides licopeno e β -caroteno, utilizando-se leituras em quatro comprimentos de ondas: 663 nm, 645 nm, 505 nm e 453 nm, por meio de espectrofotômetro. Os resultados foram expressos em $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ de amostra.

O teor de ácido ascórbico dos sorvetes foi determinado pelo método de titulação das amostras até a coloração rosa, sendo os resultados expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g da amostra, em base úmida (b.u.) e seca (b.s.) (Brasil, 2013).

3.8 Análises estatísticas

As análises foram realizadas em triplicatas, com os resultados expressos como média e desvio padrão. O software Statistica® 7.0 foi utilizado para a análise de variância (ANOVA), e o teste de Tukey foi aplicado com 5% de probabilidade para verificar os dados obtidos.

Tabela 2 ▼

Resultados microbiológicos dos resíduos desidratados de frutas tropicais.

Fonte: dados da pesquisa (2023)

4 Resultados e discussão

Na Tabela 2, estão apresentados os dados das análises microbiológicas das amostras de resíduos das frutas desidratadas a 55 °C durante 48 horas, e, na Tabela 3, estão os resultados obtidos para as três formulações dos sorvetes.

Micro-organismos	Resultados			Padrões microbiológicos*
	RDM	RDG	RDA	
Aeróbios mesófilos (UFC/g)	< 1x10 ¹ (est.)	< 1x10 ¹ (est.)	< 1x10 ¹ (est.)	–
Bolores e leveduras (UFC/g)	< 1x10 ² (est.)	< 1x10 ² (est.)	< 1x10 ² (est.)	–
Coliformes a 35 °C (NMP/g)	< 3,0	< 3,0	< 3,0	–
Coliformes a 45 °C (NMP/g)	< 3,0	< 3,0	< 3,0	Máximo 10 ²
<i>Staphylococcus coagulase positiva</i> (UFC/g)	< 1x10 ² (est.)	< 1x10 ² (est.)	< 1x10 ² (est.)	–
<i>Salmonella</i> spp.	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

RDM: Resíduo desidratado de manga (casca); RDG: Resíduo desidratado de goiaba; RDA: Resíduo desidratado de acerola; est.: estimativa.

* Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022, da Anvisa, para frutas secas, desidratadas ou liofilizadas (Anvisa, 2022).

Tabela 3 ►

Análises microbiológicas das formulações de sorvetes.

Fonte: dados da pesquisa (2023)

Micro-organismos	Resultados			Padrões microbiológicos*
	F1	F2	F3	
Coliformes a 35 °C (NMP/g)	< 3,0	< 3,0	< 3,0	–
Coliformes a 45 °C (NMP/g)	< 3,0	< 3,0	< 3,0	5 x 10
<i>Staphylococcus coagulase positiva</i> (UFC/g)	< 1x10 ² (est.)	< 1x10 ² (est.)	< 1x10 ² (est.)	5 x 10 ²
<i>Salmonella</i> spp.	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

F1: Sorvete com adição de 10% de coproduto desidratado de manga (casca); F2: Sorvete com adição de 10% de coproduto desidratado de goiaba; F3: Sorvete com adição de 10% de coproduto desidratado de acerola; est.: estimativa.

* Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022, da Anvisa, para gelados comestíveis à base de leite (Anvisa, 2022)

De acordo com os resultados obtidos (Tabela 2), os resíduos desidratados das frutas tropicais atenderam aos critérios microbiológicos estabelecidos pela Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022 (Anvisa, 2022), para frutas secas, desidratadas ou liofilizadas. Em relação aos micro-organismos analisados, tais resíduos de frutas apresentaram qualidade higiênico-sanitária satisfatória para serem utilizados como saborizantes naturais em sorvetes.

Tabela 4 ▼
Análises físico-químicas dos sorvetes com resíduos de manga, goiaba e acerola.
Fonte: dados da pesquisa (2023)

Conforme a Tabela 3, as formulações F1, F2 e F3 também atenderam aos padrões microbiológicos exigidos pela legislação para gelados comestíveis à base de leite, conforme a Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022 (Anvisa, 2022). Esses resultados indicam que os sorvetes estão aptos para o consumo.

Na Tabela 4, estão descritos os dados das análises físico-químicas de atividade de água, umidade, sólidos totais, acidez total titulável, acidez expressa em ácido láctico, pH e sólidos solúveis totais das três formulações de sorvetes.

Determinações	Sorvetes			
	F1	F2	F3	Legislação*
Atividade de água (%)	0,97 ± 0,00 ^a	0,98 ± 0,00 ^a	0,98 ± 0,00 ^a	
Umidade (%)	61,34 ± 0,45 ^b	62,28 ± 0,33 ^a	62,03 ± 0,28 ^{ab}	—
Sólidos totais (%)	38,66 ± 0,45 ^a	37,72 ± 0,33 ^b	37,97 ± 0,28 ^{ab}	26,0
Acidez total titulável (%)	0,56 ± 0,01 ^b	0,49 ± 0,02 ^c	1,00 ± 0,01 ^a	—
Acidez expressa em AL** (%)	0,50 ± 0,01 ^b	0,44 ± 0,03 ^c	0,91 ± 0,01 ^a	—
pH	6,18 ± 0,15 ^a	6,00 ± 0,01 ^a	5,17 ± 0,01 ^b	—
Sólidos solúveis totais (°Brix)	20,56 ± 0,97 ^a	21,88 ± 0,34 ^a	19,93 ± 0,74 ^a	—

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença estatística significativa ($p < 0,05$), segundo o Teste de Tukey.

*Mínimo estabelecido pela Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999, da Anvisa, para sorvetes que contêm frutas (Anvisa, 1999).

**Ácido láctico.

F1: Sorvete com adição de 10% de coproduto desidratado de manga (casca); F2: Sorvete com adição de 10% de coproduto desidratado de goiaba; F3: Sorvete com adição de 10% de coproduto desidratado de acerola.

Considerando a ausência de uma legislação específica para sorvetes à base de resíduos de frutas e a escassez de estudos que abordem esse tipo de produto, os resultados foram discutidos com base na legislação aplicável a sorvetes formulados com frutas.

As três formulações de sorvetes apresentaram elevado teor de atividade de água, possivelmente devido a significativa presença de leite na formulação. Não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre as formulações, resultado similar ao obtido por Correia *et al.* (2008), que encontraram A_w de 0,982 e 0,979 para os sorvetes com leites de vaca e de cabra, respectivamente, saborizados com polpa de goiaba.

Em relação ao teor de umidade, a formulação F3 foi semelhante ($p > 0,05$) às formulações F1 e F2, sendo que essas, por sua vez, apresentaram diferença estatística entre si. Embora a legislação não estabeleça um limite para o teor de umidade, os resultados deste estudo se aproximam dos valores observados por Meireles e Souza (2015) (63,95% a 64,87%) em sorvetes elaborados com casca da manga.

Os valores dos sólidos totais variaram de 37,72% a 38,66%, sendo que a formulação F3 apresentou semelhança estatística ($p > 0,05$) com as demais amostras. A Portaria da Anvisa nº 379, de 26 de abril de 1999 (Anvisa, 1999), estabelece um valor mínimo de 26,0% de sólidos totais para sorvetes contendo frutas, e todas as formulações apresentaram valores acima desse limite. Correia *et al.* (2008) encontraram 38,18% de sólidos totais em sorvete elaborado com leite de vaca e polpa de goiaba, resultado semelhante ao desta pesquisa.

Os teores de acidez total e acidez expressa em ácido láctico apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) entre as três formulações, com a formulação F3 mostrando os valores mais elevados (1,00% e 0,91%, respectivamente),

seguida da F1 (0,56% e 0,50%) e da F2 (0,49% a 0,44%). Estudo de Lamounier *et al.* (2015) com sorvetes enriquecidos com farinha da casca de jabuticaba encontraram valores semelhantes aos da formulação F3 deste estudo.

A formulação F3, à base de resíduos desidratados de acerola, apresentou menor pH, com valor inversamente proporcional à acidez total e ao ácido láctico, conforme esperado. Não houve diferença estatística significativa no pH entre as amostras F1 e F2. Embora a legislação não defina um valor padrão para pH, os resultados obtidos neste estudo são semelhantes aos observados por Lamounier *et al.* (2015), que relataram valores de pH de 6,00 (0%), 5,30 (5%) e 4,20 (10%) para sorvetes formulados com farinha da casca de jabuticaba.

Tabela 5 ▼

Resultados das análises físico-químicas dos sorvetes com adição de coprodutos desidratados de manga, goiaba e acerola.

Fonte: dados da pesquisa (2023)

Os teores de sólidos solúveis não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p > 0,05$). Correia *et al.* (2008) observaram valores de 24,0 °Brix e 21,0 °Brix em sorvetes com leite de vaca e leite de cabra, respectivamente, saborizados com goiaba, resultados que se aproximam dos desta pesquisa. Na Tabela 5, estão descritos os resultados da composição centesimal das três formulações de sorvete.

Parâmetros	Sorvetes			
	F1	F2	F3	Legislação*
Umidade (%)	61,34 ± 0,45 ^b	62,28 ± 0,33 ^a	62,03 ± 0,28 ^{ab}	–
Cinzas (%)	0,86 ± 0,02 ^{ab}	0,83 ± 0,02 ^b	0,90 ± 0,01 ^a	–
Proteínas (%)	3,68 ± 0,06 ^b	3,93 ± 0,32 ^b	4,63 ± 0,20 ^a	–
Lipídios (%)	5,75 ± 1,06 ^a	6,75 ± 0,35 ^a	6,00 ± 0,71 ^a	3,0
Carboidratos (%)**	28,37 ± 0,68 ^a	26,21 ± 0,78 ^a	26,44 ± 0,17 ^a	–
Valor calórico (kcal)	179,95 ± 0,99 ^a	181,31 ± 0,42 ^a	178,28 ± 0,86 ^a	–

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença estatística significativa ($p < 0,05$), segundo o Teste de Tukey.

*Mínimo estabelecido pela Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999, da Anvisa, para sorvetes que contêm frutas (Anvisa, 1999).

**Carboidratos por diferença, incluindo fibras.

F1: Sorvete com adição de 10% de coproduto desidratado de manga (casca); F2: Sorvete com adição de 10% de coproduto desidratado de goiaba; F3: Sorvete com adição de 10% de coproduto desidratado de acerola

O teor de cinzas da formulação F1 não apresentou diferença estatística significativa ($p > 0,05$) em relação às formulações F2 e F3. Embora a legislação não estabeleça um valor padrão para esse componente, os resultados obtidos (0,83% a 0,90%) são comparáveis aos observados por Silva *et al.* (2016), que relataram 0,91% em sorvetes elaborados com mandacaru e soro do leite.

Em relação ao teor de proteínas (Tabela 5), a formulação F3 apresentou valores superiores às formulações F1 e F2. Aguiar (2016) encontrou valores de proteínas de 2,82% na formulação A (com 45% de polpa de acerola e 25% de leite integral, utilizando gordura vegetal), 2,77% na formulação B (com 50% de polpa de acerola e 20% de leite integral, também utilizando a gordura vegetal) e 4,43% na formulação C (com 50% de polpa de acerola e utilizando creme de leite no lugar da gordura vegetal hidrogenada), sendo os resultados deste estudo próximos aos da formulação C.

Não foi observada diferença estatística ($p > 0,05$) entre as amostras quanto ao teor de lipídios. Os resultados desta pesquisa são satisfatórios, pois o teor de lipídios está acima do valor mínimo de 3,0% determinado pela Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999 (Anvisa, 1999). As formulações de sorvete com adição de resíduos de frutas

apresentaram teor de lipídios semelhante aos resultados obtidos por Silva *et al.* (2016) para o sorvete com leite e mandacaru (5,74%) e por Pereira (2014) para sorvete de morango (6,5% e 6,8%).

Em relação aos carboidratos, não foi identificada diferença significativa entre as amostras ($p > 0,05$), com variação entre 26,21% e 28,37%. Esses resultados são comparáveis aos da pesquisa de Meireles e Souza (2015), que encontraram teores de carboidratos totais nos sorvetes com farinha de casca de manga de 26,15% (F1), 27,37% (F2) e 27,31% (F3), correspondendo a 1%, 2% e 3% de farinha de casca de manga, respectivamente.

O valor calórico encontrado não apresentou diferença significativa entre as amostras, variando de 178,28 kcal a 181,31 kcal, resultados próximos à formulação controle do sorvete de chocolate com fibra de casca de laranja elaborado por Boff (2012), que apresentou teor calórico de 177,62 kcal. O sorvete demonstrou elevado valor calórico e, ao ser elaborado com resíduos de frutas, manteve significativa quantidade de nutrientes importantes, como carboidratos, proteínas, lipídios, vitaminas, cálcio e outros minerais (Meireles; Souza, 2015).

Na Tabela 6, são apresentados os resultados das propriedades funcionais das três formulações de sorvetes.

Tabela 6 ▼

Determinações das propriedades funcionais nas três formulações de sorvetes.

Fonte: dados da pesquisa (2023)

Determinações	Amostras		
	F1	F2	F3
Fenólicos (mg GAE/100 g) b.u.	14,28 ± 0,90 ^b	8,63 ± 0,03 ^c	31,05 ± 0,59 ^a
Fenólicos (mg GAE/100 g) b.s.	36,94 ± 1,40 ^b	22,87 ± 0,08 ^c	81,77 ± 1,55 ^a
ATA (μmol TE/g) b.u.	3,07 ± 0,61 ^a	3,27 ± 0,03 ^a	4,07 ± 0,08 ^a
ATA (μmol TE/g) b.s.	7,94 ± 1,58 ^a	8,68 ± 0,09 ^a	10,72 ± 0,20 ^a
Carot. (licopeno μg/100 g)	4,45 ± 0,35 ^b	26,92 ± 0,59 ^a	3,91 ± 0,68 ^b
Carot. (β-caroteno μg/100 g)	18,28 ± 0,76 ^a	6,82 ± 0,86 ^b	20,50 ± 0,20 ^a
AAS (mg/100 g) b.u.	12,98 ± 0,02 ^b	6,51 ± 0,02 ^c	109,02 ± 0,87 ^a
AAS (mg/100 g) b.s.	33,58 ± 0,04 ^b	17,20 ± 0,05 ^c	287,12 ± 1,22 ^a

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença estatística significativa ($p < 0,05$), segundo o Teste de Tukey.

F1: Sorvete com adição de 10% de coproduto desidratado de manga (casca); F2: Sorvete com adição de 10% de coproduto desidratado de goiaba; F3: Sorvete com adição de 10% de coproduto desidratado de acerola.

GAE: ácido gálico equivalente; b.u.: base úmida; b.s.: base seca; ATA: atividade antioxidante (método do DPPH); TE: Trolox; Carot.: carotenoides; AAS: ácido ascórbico.

Os teores de compostos fenólicos nas três formulações de sorvetes diferiram estatisticamente ($p < 0,05$). A amostra F3 apresentou maior preservação de compostos fenólicos, sendo funcionalmente mais rica, seguida pelas amostras F1 e F2.

Os resultados da atividade antioxidante dos sorvetes indicam que os produtos mantiveram uma quantidade considerável de propriedades antioxidantes em base seca, sugerindo que, mesmo com o processamento, compostos antioxidantes foram preservados, provavelmente devido à baixa temperatura de conservação.

Em relação aos carotenoides, expressos em teor de licopeno e β-caroteno, os sorvetes preservaram quantidades significativas desses compostos, considerando a adição de 10% de resíduos desidratados de frutas. A formulação F2 apresentou maior teor de licopeno e menor teor de β-caroteno em comparação às formulações F1 e F3, à base de farinha

do resíduo de manga e de acerola, que não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) e apresentaram maior teor de β -caroteno e menor teor de licopeno.

No que se refere ao teor de ácido ascórbico, as três formulações de sorvetes apresentaram diferença significativa entre si ($p < 0,05$), com o valor mais elevado observado na amostra F3, seguida de F1 e F2. Aguiar (2016) analisou esse componente em três formulações de sorvetes com adição de polpa de acerola e obteve resultados elevados (494,56 mg/100 g para a formulação A; 589,80 mg/100 g para a formulação B; e 520,47 mg/100 g para a formulação C). Os valores obtidos no presente estudo foram menores, uma vez que foram utilizados coprodutos de frutas, mas ainda assim apresentaram quantidade significativa de vitamina C.

5 Considerações finais

Os sorvetes elaborados a partir de coprodutos de frutas apresentaram características físico-químicas que conferem estabilidade ao produto final, além de elevado valor nutricional. Assim como os subprodutos das frutas, os produtos elaborados demonstraram ótimas condições higiênico-sanitárias.

As formulações de sorvetes preservaram de maneira significativa os teores de compostos fenólicos, carotenoides e ácido ascórbico, com destaque para a formulação F3 (sorvete de coproduto desidratado de acerola), que apresentou alta atividade antioxidante, e para a formulação F2 (sorvete de coproduto desidratado de goiaba), com teor considerável de licopeno.

Diante dos resultados favoráveis em relação aos componentes nutricionais e às propriedades funcionais dos sorvetes, a utilização de coprodutos de manga, goiaba e acerola como saborizantes naturais em sorvetes mostrou-se viável, contribuindo positivamente para o aproveitamento agroindustrial desses resíduos.

Para pesquisas futuras, a exploração de tecnologias inovadoras de extração e de processamento de resíduos, visando a obtenção de ingredientes funcionais e aromatizantes naturais com o mínimo de perdas, apresenta-se como uma área promissora. Ademais, estudos que avaliem o potencial nutricional e sensorial desses produtos resultantes do aproveitamento de resíduos podem abrir caminho para o desenvolvimento de alimentos mais saudáveis e atrativos ao consumidor, alinhando-se com as tendências de mercado e com as preocupações ambientais.

Financiamento

O presente trabalho foi realizado com o apoio dos laboratórios de pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), mas não recebeu suporte financeiro.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Contribuições ao artigo

MENESES, V. P.; LIMA, P. S. E.: concepção ou desenho do estudo/pesquisa; análise e/ou interpretação dos dados; revisão final com participação crítica e intelectual no manuscrito. **ARAÚJO, A. L. M.; FERREIRA NETO, J.; ROLIM, H. O.:** concepção ou desenho do estudo/pesquisa; análise e/ou interpretação dos dados. **SANTOS, C. C. L.:** revisão final com participação crítica e intelectual no manuscrito. Todos os autores participaram da escrita, discussão, leitura e aprovação da versão final do artigo.

Referências

ABIS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS E DO SETOR DE SORVETES. **Perspectivas do mercado de sorveterias para 2020.** São Paulo, 2020. Disponível em: <https://abis.com.br/perspectivas-mercado-sorveterias-2020>. Acesso em: 28 jan. 2023.

ADEDOKUN, T. O.; MATEMU, A.; HÖGLINGER, O.; MLYUKA, E.; ADEDEJI, A. Evaluation of functional attributes and storage stability of novel juice blends from baobab, pineapple, and black-plum fruits. *Heliyon*, v. 8, n. 5, e09340, 2022. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09340>.

AGUIAR, G. C.; GARCIA, L. F.; LIBERATO, M. C. T. C. Análises fitoquímicas da *Mangifera indica* L. (uma revisão bibliográfica). In: LIBERATO, M. C. T. C.; AGUIAR, G. C. (org.). **Pesquisas bibliográficas realizadas por alunos das disciplinas de Bioquímica e Química dos Alimentos UECE – 2022-1.** Belo Horizonte: Poisson, 2022. v. 3, p. 23-27. DOI: <https://doi.org/10.36229/978-65-5866-210-5>.

AGUIAR, R. A. C. **Desenvolvimento de sorvete de acerola enriquecido com semente e óleo de linhaça marrom.** 2016. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Limoeiro do Norte, 2016. Disponível em: https://ifce.edu.br/limoeirodonorte/arquivos_pgta/dissertacoes/aguiar_r_-_a_2016_pgta_ifce.pdf. Acesso em: 19 out. 2023.

ALBINI, G.; FREIRE, F. B.; FREIRE, J. T. Modelagem e simulação da transferência de calor e massa: estudo de caso para secagem de grãos de cevada em leito fixo. In: FREIRE, J. T.; ALBINI, G. (ed.). **Tópicos especiais em sistemas particulados.** São Carlos: UFSCar, 2019. v. 5, cap. 5, p. 91-116.

AMARIZ, A. **Caracterização, compostos bioativos e potencial antioxidante de subprodutos do processamento de frutas no submédio do Vale do São Francisco.** 2015. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015. DOI: <https://doi.org/10.21708/bdtd.ppgfito.tese.7033>.

AMORIM, Q. S. **Resíduos da indústria processadora de polpas de frutas: capacidade antioxidante e fatores antinutricionais.** 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2016. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppgca/wp-content/uploads/2017/11/DISSERTA%C3%87%C3%83O-QUESIA-SANTOS-AMORIM.pdf>. Acesso em: 19 out. 2023.

ANSILIERO, R.; CANDIAGO, N. T.; COMUNELLO, H. H.; MORAES, J. D.; SIMON, G.; SOUZA, E. L. Alternativas para aproveitamento de resíduos de frutas – uma revisão. **Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc Videira**, v. 5, n.1, 24976, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/apeuv/article/view/24976>. Acesso em: 19 out. 2023.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Instrução Normativa - IN nº 161, de 1º de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 160, n. 126, p. 235-238, 6 jul. 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-161-de-1-de-julho-de-2022-413366880>. Acesso em: 6 jul. 2023.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico referente a gelados comestíveis, preparados, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 138, n. 80-E, p. 23-24, 29 abr. 1999. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=29/04/1999&jornal=1&pagina=23&totalArquivos=112>. Acesso em: 5 maio 2023.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 2, de 7 de janeiro de 2002. Regulamento Técnico de substâncias bioativas e probióticos isolados com alegação de propriedades funcional e/ou de saúde. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 139, n. 136, p. 78-79, 17 jul. 2002. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=17/07/2002&jornal=1&pagina=78&totalArquivos=104>. Acesso em: 6 jul. 2023.

ARAGÃO, D. M.; ARAÚJO, Y. F. V.; CARVALHO, E. A. S.; GUSMÃO, R. P.; GUSMÃO, T. A. S. Sorvetes sabor maracujá elaborados com biomassa da banana verde e sucralose. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 13, n. 4, p. 483-488, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v13i4.5353>.

ARAÚJO, K. L. G. V.; MAGNANI, M.; NASCIMENTO, J. A.; SOUSA, A. L.; EPAMINONDAS, P. S.; SOUZA, A. L.; QUEIROZ, N.; SOUZA, A. G. Antioxidant activity of co-products from guava, mango and Barbados cherry produced in the Brazilian Northeast. **Molecules**, v. 19, n. 3, p. 3110-3119, 2014. DOI: <https://dx.doi.org/10.3390/molecules19033110>.

BARRETO, A. R.; ZANCAN, L. R.; MENEZES, C. R. Obtenção de xilooligossacarídeos por resíduos lignocelulósicos: alternativa para produção de compostos funcionais para alimentos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 821-836, set./dez. 2015. DOI: <https://doi.org/10.5902/2236117018367>.

BOFF, C. C. **Desenvolvimento de sorvete de chocolate utilizando a fibra de casca de laranja como substituto de gordura**. 2012. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/56089>. Acesso em: 19 out. 2023.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT – Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Coordenação-Geral de Laboratórios Agropecuários. **Análises físico-químicas de bebidas e vinagres – BEB:** método para determinação de ácido ascórbico. São Paulo: Lanagro, 2013. 3 p. Apostila institucional. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/lfda/legislacao-metodos-da-rede-lfda/bebidas-vinhos-e-vinagres>. Acesso em: 3 jan. 2023.

CORREIA, R. T. P.; MAGALHÃES, M. M. A.; PEDRINI, M. R. S.; CRUZ, A. V. F.; CLEMENTINO, I. Sorvetes elaborados com leite caprino e bovino: composição química e propriedades de derretimento. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 251-256, 2008. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/revistacienciaagronomica/article/view/83790>. Acesso em: 19 out. 2023.

DAMIANI, C.; MARTINS, G. A. S.; BECKER, F. S. (org.). **Aproveitamento de resíduos vegetais:** potenciais e limitações. Palmas: EDUFT, 2020. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/editora/article/view/9108>. Acesso em: 19 out. 2023.

DIAS, G. E. L. **Análise da secagem convectiva de resíduo proveniente da fabricação de vinho.** 2018. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3314>. Acesso em: 19 out. 2023.

DIAS, S. S.; SIMAS, L.; LIMA JUNIOR, L. C. Alimentos funcionais na prevenção e tratamento de doenças crônicas não transmissíveis. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, Boa Vista, v. 4, n. 10, p. 54-61, 2020. DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.4023172>.

FARIAS, S. M. O. C. **Avaliação da secagem em diferentes temperaturas sobre o teor de licopeno, carotenoides totais, compostos fenólicos e propriedades tecnológicas do resíduo sólido do beneficiamento da goiaba (Psidium guajava).** 2016. 136 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/174154>. Acesso em: 19 out. 2023.

FEITOSA, B. F.; OLIVEIRA, E. N. A.; OLIVEIRA NETO, J. O.; FARIAS, A. M. T.; FEITOSA, R. M. Processamento de licores tipo creme como alternativa para o aproveitamento de resíduos agroindustriais. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, João Pessoa, v. 7, n. 16, p. 995-1010, ago. 2020. DOI: [https://dx.doi.org/10.21438/rbgas\(2020\)071633](https://dx.doi.org/10.21438/rbgas(2020)071633).

FERNANDES, R. P. **Desperdício de partes não convencionais de alimentos em restaurantes comerciais dos municípios de Canela e Gramado/RS e suas possíveis utilizações.** 2017. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição) – Universidade de Caxias do Sul, Canela, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/11338/4146>. Acesso em: 19 out. 2023.

IAL – INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos.** 4. ed., 1. ed. digital. São Paulo: IAL, 2008. 1020 p. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos>. Acesso em: 24 out. 2023.

LACHNO, A. S.; DUTRA, R.; SEVERO, J.; OLIVEIRA, M. S.; OLIVEIRA, L. R. C. Bioaditivos e aditivos naturais em alimentos: corantes,

antioxidantes e aromatizantes. **Boletim Técnico-Científico**, v. 5, n. 2, p. 77-93, ago. 2019. DOI: <https://doi.org/10.26669/2359-2664.2019.233>.

LAMOUNIER, M. L.; ANDRADE, F. C.; MENDONÇA, C. D.; MAGALHÃES, M. L. Desenvolvimento e caracterização de diferentes formulações de sorvetes enriquecidos com farinha da casca da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 70, n. 2, p. 93-104, mar./abr. 2015. DOI: <https://doi.org/10.14295/2238-6416.v70i2.400>.

LEONARDI, J. G.; AZEVEDO, B. M. Métodos de conservação de alimentos. **Revista Saúde em Foco**, Teresina, n. 10, p. 51-61, 2018. Disponível em: https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/006_M%C3%89TODOS_DE_CONSERVA%C3%87%C3%83O_DE_ALIMENTOS.pdf. Acesso em: 19 out. 2023.

LIMA, R. S. **Extração e caracterização de carotenoides e compostos fenólicos da polpa e do resíduo do processamento da goiaba** (*Psidium guajava* L.). 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/214756>. Acesso em: 19 out. 2023.

LIMA, W. S. **Análises de sistemas de secagem**: solar, elétrico e misto na produção de banana passa. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2017. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/969>. Acesso em: 19 out. 2023.

MARKOVINOVIĆ, A. B.; BRDAR, D.; PUTNIK, P.; BOSILJKOV, T.; DURGO, K.; TURKOVIĆ, A. H.; KARAČONJI, I. B.; JURICA, K.; PAVLIĆ, B.; GRANATO, D.; KOVAČEVIĆ, D. B. Strawberry tree fruits (*Arbutus unedo* L.): bioactive composition, cellular antioxidant activity, and 3D printing of functional foods. **Food Chemistry**, v. 433, 137287, 2024. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137287>.

MEIRELES, A. M.; SOUZA, L. M. **Desenvolvimento e caracterização físico-química, microbiológica, sensorial de produtos à base de manga**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/13355>. Acesso em: 19 out. 2023.

MENDES, M. L. M.; BORA, P. S.; RIBEIRO, A. P. L. Propriedades morfológicas e funcionais e outras características da pasta do amido nativo e oxidado da amêndoa do caroço de manga (*Mangifera indica* L.), variedade Tommy Atkins. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 71, n. 1, p. 76-84, 2012. DOI: <https://doi.org/10.53393/rial.2012.71.32394>.

MENESES, V. P.; ARAÚJO, A. L. M.; FERREIRA NETO, J.; PEREIRA, D. A.; SANTOS, C. C. L.; LIMA, P. S. E. Desenvolvimento de sorvetes enriquecidos com resíduos de frutas tropicais, desidratados por secagem convectiva: caracterização microbiológica e sensorial. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE ALIMENTOS, 21.; CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ANALISTAS DE ALIMENTOS, 7., 2019, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Analistas de Alimentos (SBAAL), 2019. Disponível em: https://icongresso.sbaal.itarget.com.br/arquivos/trabalhos_completos/sbaal/2/161_04012019_121513.pdf. Acesso em: 10 dez. 2022.

MENESES, V. P.; SILVA, J. R. A.; FERREIRA NETO, J.; ROLIM, H. O.; ARAÚJO, A. L. M.; LIMA, P. S. E. Subprodutos de frutas tropicais desidratados por secagem convectiva. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 4, p. 472-482, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v13i4.5810>.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology**, v. 39, n. 10, p. 925-928, 1992. DOI: <https://doi.org/10.3136/nskkk1962.39.925>.

NÓBREGA, E. M.; OLIVEIRA, E. L.; GENOVESE, M. I.; CORREIA, R. T. P. The impact of hot air drying on the physical-chemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of acerola (*Malpighia Emarginata*) residue. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 39, n. 2, p. 131-141, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.12213>.

OLIVEIRA, J. **Efeitos do uso de farelo de acerola na dieta de frangos de corte sobre as características de qualidade da carne e do hambúrguer**. 2019. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/182567>. Acesso em: 19 out. 2023.

PEREIRA, C. **Propriedades funcionais de sorvete de morango diet com adição da enzima lactase e transglutaminase otimizada através da metodologia de superfície de resposta**. 2014. 232 f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/129088>. Acesso em: 19 out. 2023.

PEREIRA, D. B. C.; SILVA, P. H. F.; COSTA JUNIOR, L. C. G.; OLIVEIRA, L. L. **Físico-química do leite e derivados: métodos analíticos**. 2. ed. Juiz de Fora: Templo Gráfica e Editora, 2001. 234 p.

PEREIRA, L. F. A.; FIRMO, W. C. A.; COUTINHO, D. F. A importância do reaproveitamento de resíduos da indústria alimentícia: o caso do processamento de frutas. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, e38111234089, 2022. DOI: <https://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i12.34089>.

PINHEIRO, A. P. A. F.; SILVA, D. L.; SANTOS, F. G.; MEDEIROS, J. L. O aproveitamento integral da manga (*Mangifera indica* L.) no combate ao desperdício alimentar. In: CONEXÃO UNIFAMETRO: DIVERSIDADES TECNOLÓGICAS E SEUS IMPACTOS SUSTENTÁVEIS, 2019, Fortaleza. **Anais eletrônicos [...]**. Fortaleza: Centro Universitário Fametro, 2019. Disponível em: <https://doity.com.br/anais/conexaounifametro2019/trabalho/124395>. Acesso em: 27 jan. 2023.

ROCHA, A. J. A. C. **Avaliação do potencial antimicrobiano do extrato da acerola**. 2019. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/199737>. Acesso em: 19 out. 2023.

ROCHA, B. R.; MACIEL, E. A.; OLIVEIRA, S. R. M.; TERENCE, Y. S.; SILVA, B. A. Influência dos alimentos funcionais na incidência das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). **Intercontinental Journal on Physical Education**,

v. 3, n. 1, e2020021, 2021. Disponível em: <http://www.ijpe.periodikos.com.br/article/60274ea60e8825b8147e523a>. Acesso em: 19 out. 2023.

RYBKA, A. C. P.; LIMA, A. S.; NASSUR, R. C. M. R. Caracterização da farinha da casca de diferentes cultivares de manga. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 15, n. 27, p. 12-21, 2018. DOI: https://dx.doi.org/10.18677/EnciBio_2018A25.

SHORI, A. B.; BABA, A. S. Comparative antioxidant activity, proteolysis and *in vitro* α -amilase and α -glucosidase inhibition of *Allim sativum*-yogurts made from cow and camel milk. **Journal of Saudi Chemical Society**, v. 18, n. 5, p. 456-463, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2011.09.014>.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; GOMES, R. A. R.; OKAZAKI, M. M.; IAMANAIIKA, B. T. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 6. ed. São Paulo: Blucher, 2021.

SILVA, T. R.; REIS, C. G.; ALVES, J. E. A.; OLIVEIRA, C.A. Caracterização físico-química e sensorial de gelado comestível elaborado com polpa do fruto de mandacaru adicionado de soro de leite. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS (COINTER), 1., 2016, Natal. **Anais [...]**. Natal: Instituto IDV, 2016.

SOUSA, S. M. F.; SILVA, R. S.; SILVA, O. S.; OLIVEIRA, A. S.; NOGUEIRA, L. P. S.; LIMA, M. E. P.; ARAÚJO, M. A.; NUNES, J. S. Enriquecimento proteico do resíduo da goiaba (*Psidium guajava* L.) por meio da fermentação semissólida. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, e385101422050, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i14.22050>.

SOUZA, J. R. C. L.; ANDRADE, A. P. A.; SOUZA, T. S.; MENINI, L. Caracterização de resíduo agroindustrial de goiaba e potenciais aplicações. *In*: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 21.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 17.; ENCONTRO NACIONAL DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA, 7., 2017, São José dos Campos. **Anais [...]**. São José dos Campos: UNIVAP, 2017. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2017/anais/arquivos/RE_1067_0810_01.pdf. Acesso em: 20 nov. 2022.

VERRUCK, S.; PRUDENCIO, E. S.; SILVEIRA, S. M. Compostos bioativos com capacidade antioxidante e antimicrobiana em frutas. **Revista do Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos**, Pinhalzinho, v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5965/24473650412018111>.