

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

Viviana Pereira de Meneses<sup>[1]\*</sup>, Ana Luiza Macedo de Araújo<sup>[2]</sup>, João Ferreira Neto<sup>[3]</sup>, Hermano Oliveira Rolim<sup>[4]</sup>, Carlos Christiano Lima dos Santos<sup>[5]</sup>, Poliana Sousa Epaminondas Lima<sup>[6]</sup>

<sup>[1]</sup> [vivianapereira2012@hotmail.com](mailto:vivianapereira2012@hotmail.com), <sup>[3]</sup> [j-f-n@bol.com.br](mailto:j-f-n@bol.com.br), <sup>[4]</sup> [rolimano@hotmail.com](mailto:rolimano@hotmail.com). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus Sousa, Brasil

<sup>[2]</sup> [analu.macedoaraujo@gmail.com](mailto:analu.macedoaraujo@gmail.com). Escola Agrícola de Jundiá, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Brasil

<sup>[5]</sup> [carloschristiano10@gmail.com](mailto:carloschristiano10@gmail.com). Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil

<sup>[6]</sup> [polis.epaminondas@yahoo.com.br](mailto:polis.epaminondas@yahoo.com.br). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus Cabedelo, Brasil

\* autora correspondente

### Resumo

No Brasil, a produção nas indústrias de polpas de frutas cresce a cada ano, gera maior quantidade de resíduos e causa um impacto ambiental negativo. Uma opção viável para agregar valor e promover variadas formas de utilização para seu aproveitamento é a transformação destes subprodutos por secagem. Os produtos desidratados têm se destacado pela facilidade de conservação e comercialização. Uma maneira de empregar esses resíduos após a desidratação é incorporar, sob forma de pós, em sorvetes, como saborizantes naturais. Diante disso, objetivou estudar o aproveitamento dos resíduos desidratados de manga (RDM), goiaba (RDG) e acerola (RDA), obtidos por meio de secagem convectiva em bandejas (55 °C/ 48 horas), e aplicá-los em sorvetes como saborizantes naturais. Foram avaliados nos sorvetes as características físico-químicas, propriedades funcionais e qualidade higienicossanitária, esta também para coprodutos desidratados. Quanto às análises físico-químicas, a amostra F3 (sorvete com adição de 10% de coproduto desidratado de acerola) apresentou destaque para acidez total (1,00%), acidez em ácido láctico (0,91%) e proteínas (4,63%). Quanto a carboidratos e valor calórico, as três formulações de sorvetes apresentaram semelhança entre si ( $p > 0,05$ ). F3 mostrou mais rica em compostos fenólicos e vitamina C. F2 (sorvete com adição de 10% de coproduto desidratado de goiaba) apresentou maior teor de carotenoides em licopeno e menor teor de carotenoides em  $\beta$ -caroteno. A qualidade higienicossanitária esteve dentro dos padrões, 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.

### *Ice creams flavored with tropical fruit co-products, dehydrated by convective drying: microbiological, physical-chemical characterization and functional properties*

#### **Abstract**

*In Brazil, production in fruit pulp industries grows every year, generates greater amounts of waste and causes a negative environmental impact. A viable option to add value and promote different forms of use is the transformation of these by-products by drying. Dehydrated products have stood out for their ease of conservation and commercialization. One way to use these residues after dehydration is to incorporate them, in the form of powders, into ice creams, as natural flavors. Therefore, the objective was to study the use of dehydrated residues of mango (RDM), guava (RDG) and acerola (RDA), obtained through convective drying in trays (55 °C/ 48 hours), and apply them to ice creams as flavorings. natural. The physical-chemical characteristics, functional properties and hygienic-sanitary quality of the ice creams were evaluated, also for dehydrated co-products. Regarding physical-chemical analyses, sample F3 (ice cream with the addition of 10% dehydrated acerola co-product) highlighted total acidity (1.00%), lactic acid acidity (0.91%) and proteins (4. 63%). Regarding carbohydrates and caloric value, the three ice cream formulations were similar to each other ( $p > 0.05$ ). F3 was richer in phenolic compounds and vitamin C. F2 (ice cream with the addition of 10% dehydrated guava co-product) presented a higher content of carotenoids in lycopene and a lower content of carotenoids in  $\beta$ -carotene. The hygienic-sanitary*

quality was within standards, both for the dehydrated co-products of the three fruits and for 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 agent and an increase in nutrients and phytochemicals in ice cream, reducing waste, without significantly interfering with the characteristics of the product.

**Keywords:** utilization; edible ices; waste; natural flavoring.

## 1 Introdução

Um dos desafios que a indústria de alimentos enfrenta nos últimos anos é atender aos consumidores, que estão cada vez mais exigentes em termos de consumo de produtos industrializados. Uma das exigências das pessoas é que os alimentos sejam mais naturais, com o mínimo ou sem adição de produtos químicos. Estudos apontam 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 cuidados no momento de escolha dos alimentos que serão incluídos na dieta. Por esse motivo, percebe-se uma grande procura pelos alimentos que contêm substâncias funcionais, por proporcionarem uma melhor modulação do organismo, o que contribui para a saúde. Os componentes funcionais estão presentes naturalmente nos alimentos, principalmente nas frutas e nos resíduos gerados a partir de seu processamento (Barreto; Zancan; Menezes, 2015).

As frutas tropicais, tais como a manga (*Mangifera indica* L.), a goiaba (*Psidium guajava* L.) e a acerola (*Malpighia emarginata* D.C.), são apreciadas pelo seu aroma e sabor, tendo atraído a atenção de químicos e das indústrias que trabalham com aromas, por seus constituintes voláteis e sabores diferenciados. Os ácidos nelas contidos contribuem ainda para compor o sabor final característico de alimentos, como o sorvete (Feitosa *et al.* 2020).

Os resíduos provenientes de frutas contêm alto teor de nutrientes e fitoquímicos aromáticos. Quando desperdiçados, tais resíduos geram danos ao meio ambiente, como sobrecarga de aterros sanitários e eutrofização de lençóis de água, entre outros (Ansiliero *et al.* 2020). Uma forma de aproveitar o potencial desses resíduos é utilizá-los como aromatizantes naturais na elaboração de produtos, a exemplo de sorvetes, sendo uma alternativa para aumentar seu valor nutricional (Amariz, 2015).

O sorvete costuma ser bem aceito sensorialmente, com tendência de novos sabores e texturas, e apresenta perspectivas de crescimento no Brasil, especialmente no verão, por ser um país tropical (ABIS, 2020).

Esse gelado comestível é uma sobremesa muito consumida, que apresenta composição nutricional completa em termos de macronutrientes, devido aos ingredientes inseridos na sua elaboração. Tal composição pode ser incrementada em termos de vitaminas, minerais, fibras e fitoquímicos, a partir da adição de coprodutos agroindustriais desidratados (Aragão, 2018). Uma forma de incrementar esses resíduos nos sorvetes é transformá-los em pós, por meio de secagem convectiva em estufa (Dias, 2018).

Assim, esse trabalho teve como objetivo a elaboração de sorvetes adicionados de coprodutos desidratados oriundos do processamento das frutas tropicais, tais como manga, goiaba e acerola, bem como realizar a caracterização desses sorvetes do ponto de vista funcional, físico-químico e microbiológico, com intuito de agregar valor nutricional, saborizar naturalmente e promover o aproveitamento dos resíduos agroindustriais.

No decorrer do presente trabalho, foram apontadas informações relevantes sobre o experimento proposto, com uma breve abordagem do tema no referencial teórico (seção 2). Destacou-se, na metodologia (seção 3), os procedimentos empregados para a obtenção dos dados, os quais foram analisados na discussão dos resultados (seção 4). Por fim, na conclusão (seção 5), a viabilidade da aplicação de coprodutos agroindustriais em produtos alimentícios foi enfatizada.

## 2 Referencial teórico

Nesta seção, serão abordados importantes aspectos relacionados às características microbiológicas, físico-químicas e funcionais dos sorvetes elaborados com coprodutos gerados do processamento de manga, goiaba e acerola. Além disso, será apresentado o processo de secagem como importante aliado no aproveitamento de resíduos agroindustriais, além da aplicação de coprodutos secos nos gelados comestíveis, como saborizantes naturais.

### 2.1 Frutas tropicais: manga, goiaba e acerola

A manga, goiaba e acerola se destacam por serem frutas tropicais de considerável valor nutricional. No entanto, o processamento dessas frutas para a elaboração dos variados produtos é responsável pela geração de grande quantidade de resíduos, sendo que, na maioria das vezes, estes são descartados de forma indevida, o que ocasiona diversos problemas ambientais (Amorim, 2016).

## **2.2 Resíduo da manga**

O processamento da manga gera resíduos (casca e caroço) que variam, em massa, de 35% a 60%, de acordo com o seu processamento e a variedade da fruta. Apesar de o caroço ser um resíduo, as pesquisas mostram que estudos com a casca são mais exploradas (Mendes; Bora; Ribeiro, 2012). Espera-se que, em breve, o valor nutricional da manga seja mais amplamente reconhecido, devido às propriedades farmacológicas cientificamente comprovadas da mangiferina e à sua riqueza em compostos fenólicos, que são considerados alguns dos fitoquímicos mais promissores à saúde através da alimentação. Acredita-se que a exploração comercial das propriedades biológicas da mangiferina pelas indústrias farmacêuticas e de alimentos pode ter um impacto positivo na produção e no consumo de manga e seus produtos derivados, bem como no aproveitamento mais eficiente dos resíduos ao longo da cadeia produtiva da manga (Aguiar; Garcia; Liberato, 2022).

No processamento da manga, a casca é o resíduo com maior volume e que, normalmente, não tem aproveitamento industrial, tornando-se um rejeito. A prática de aproveitar alimentos que normalmente seriam desperdiçados é uma abordagem sustentável que reduz a quantidade de resíduos orgânicos lançados no meio ambiente, diminuindo assim seu impacto negativo. Além disso, o uso de partes não convencionais de frutas contribui para enriquecer a dieta da população, uma vez que essas partes são ricas em micronutrientes, macronutrientes e fibras. Além de serem utilizadas em preparações culinárias, os componentes bioativos provenientes dessas frutas podem oferecer uma série de benefícios à saúde, ajudando no combate a diversas doenças (Pereira; Firmo; Coutinho, 2022).

A industrialização da casca da manga ameniza a quantidade de resíduos orgânicos sólidos gerados e aumenta a produção de alimentos saudáveis por conter compostos de atividade antioxidante, boa quantidade de carboidratos (como as fibras), água e proteínas, o que propicia o seu aproveitamento na formulação de diversos produtos alimentares (Rybka; Lima; Nassur, 2018).

Utilizar a casca como matéria prima na fabricação de novos alimentos traz vantagens econômicas, pois agrega valor aos produtos e diminui o desperdício dos mesmos. Isso assegura aos consumidores um produto de grande valor nutricional, sem danos ao meio ambiente, como sobrecarregamento de aterros sanitários, eutrofização de lençóis de água (Pinheiro *et al.* 2019).

## **2.3 Resíduos de goiaba**

No beneficiamento das goiabas nas indústrias, geralmente se descartam as sementes, simultaneamente com uma parte da casca e da polpa, que durante o despulpamento da fruta não são separadas, representando em torno de 30% de resíduos da mesma (Farias, 2016).

Estudos têm demonstrado que tanto a casca como a semente da goiaba podem ser usadas como fonte de antioxidantes. Assim como a polpa, a casca das goiabas apresenta consideráveis teores de compostos fenólicos. Além dos compostos fenólicos totais, o resíduo do processamento da goiaba apresenta quantidades significativas de outros compostos antioxidantes, como ácido ascórbico e carotenoides, especialmente, o licopeno e betacaroteno (Lima, 2019; Sousa *et al.* 2021). Ressaltam Souza *et al.* (2017) que os resíduos da goiaba apresentam aplicações tecnológicas tanto para alimentação humana como animal, por conter alta quantidade de fibras.

## **2.4 Resíduos de acerola**

Quando prensadas para a produção de polpa congelada ou suco, as acerolas geram uma grande quantidade de resíduos. Cascas, sementes e parte do despulpamento geralmente são descartadas indevidamente, o que ocasiona uma elevada quantidade de lixo orgânico. Um destino interessante a esses subprodutos seria o aproveitamento para a alimentação, pois os mesmos apresentam compostos importantes como antocianinas, vitamina C, carotenoides, fibras entre outros e seu aproveitamento também poderia contribuir para a geração de renda e agregação de valor comercial a produtos (Oliveira, 2019).

Agregar valor a esse subproduto é de grande importância, pois sua utilização enriquece a alimentação humana, devido à grande quantidade de nutrientes presentes, atendendo à exigência do consumidor (Rocha, 2019).

## 2.5 Compostos bioativos em vegetais

As frutas e vegetais fornecem para o organismo, macro e micronutrientes, além de compostos químicos, que comprovadamente exercem uma importante atividade biológica. Esses compostos, por desempenharem efeito benéfico à saúde, são nomeados de compostos bioativos, também conhecidos como fitoquímicos (Verruck; Prudencio; Silveira, 2018). De acordo com a RDC nº 2, de 07 de janeiro de 2002, os compostos bioativos compreendem, além dos nutrientes, substâncias não nutrientes, que possuem ação metabólica ou fisiológica específica (ANVISA, 2002).

Estudos epidemiológicos mostraram que a dieta rica em compostos bioativos é capaz de reduzir o risco de desenvolvimento de doenças, entre elas cardiovasculares, distúrbios alimentares, cânceres e enfermidades inflamatórias, o que faz despertar o interesse pelos alimentos funcionais (Dias; Simas; Lima Junior, 2020; Rocha *et al.* 2021). Essas substâncias responsáveis por esse efeito podem ser encontradas em várias partes da planta, como o caule, folhas, flor e frutas, também são dotados desses componentes os bagaços que, por falta de conhecimento, acabam sendo desperdiçados (Damiani; Becker; Martins, 2020).

## 2.6 Secagem em alimentos

Um dos sistemas mais antigos empregados pelo homem, que está presente atualmente é a secagem, um processo que mantém os atributos nutritivos dos alimentos. O uso do calor impulsiona a evaporação da água ou outro líquido contido no material sólido. Nesta operação unitária, ocorre transferência tanto do calor, quanto de massa, e a água pode ser removida de forma parcial ou total. É um método muito importante por promover a redução da atividade de água e, conseqüentemente, a diminuição do desenvolvimento de micro-organismos. Esse método não inativa as reações enzimáticas ou outras reações, mas as reduz significativamente (Lima, 2017).

Muitos produtos, quando submetidos à secagem, conservam, de maneira satisfatória, as características físicas do alimento, assim como seu valor nutricional, além de aumentar a estabilidade e vida útil dos alimentos, proporcionando segurança alimentar aos consumidores (Leonardi; Azevedo, 2018).

Na secagem comercial, a transferência de calor pelo método de convecção é a técnica mais usada, sendo que, nesse processo, o fluxo do ar aquecido passa pela camada do alimento. Ocorre, então, a migração da umidade presente no interior do produto para sua superfície, com posterior dissipação para o ambiente. Os processos de desidratação dos produtos alimentícios mais empregados são os que oferecem maior área de exposição à corrente de ar quente para o alimento, como é o caso da secagem por convecção. O método direto mais usual para realizar a secagem por convecção é a secagem em estufa convencional - ar estático e, em estufa com circulação de ar forçada. O tempo de exposição e a temperatura são ajustados de acordo com o objetivo que se deseja atingir (Albini; Freire; Freire, 2019).

## 2.7 Desidratação de resíduos tropicais

As frutas e hortaliças são de grande importância na alimentação humana, sendo primordiais para a saúde, por serem fontes de vitaminas e minerais. A maioria desses constituintes está presente em partes que geralmente são desperdiçadas, como bagaços, sementes e cascas, o que colabora para o aumento da geração de resíduos. Quando são aproveitados, podem contribuir para a redução da poluição ambiental, além de constituir uma resposta a grande procura por novos alimentos (Fernandes, 2017; Damiani; Becker; Martins, 2020).

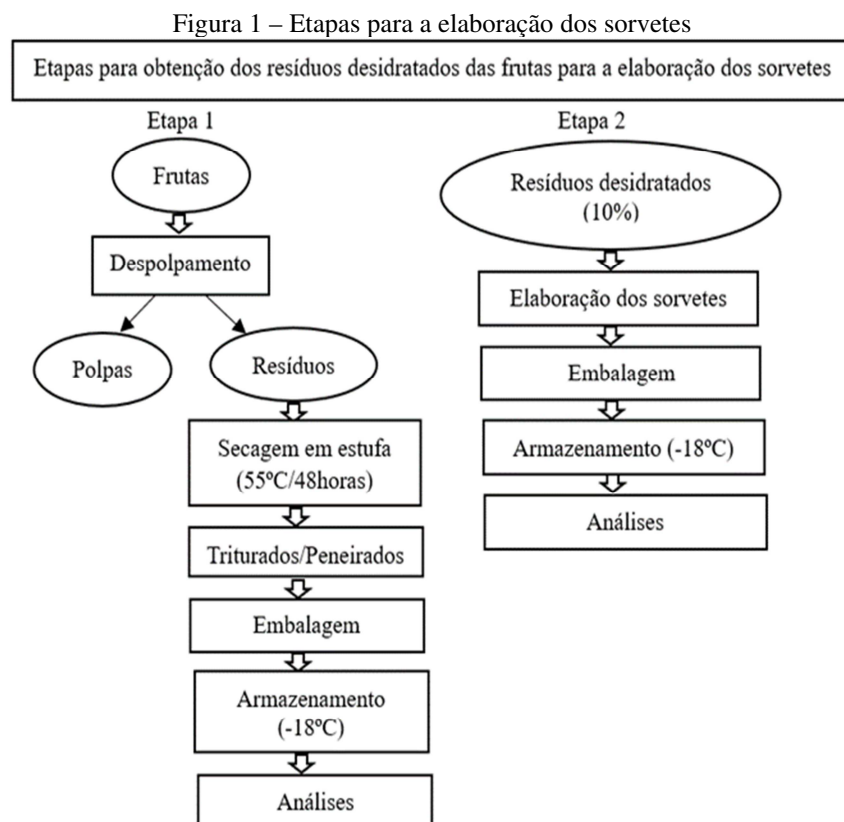
A preocupação com a qualidade de vida e saúde estimula a cada dia um maior cuidado com os alimentos ingeridos. É notável uma grande procura pelos alimentos que contém substâncias funcionais, por proporcionarem uma melhor modulação do organismo, o que contribui para saúde. Esses componentes estão presentes naturalmente nos alimentos, principalmente nas frutas e nos resíduos gerados a partir de seu processamento. Outro benefício exibido pelas frutas é a presença de substâncias antioxidantes naturais, que estão abundantemente presentes na manga, goiaba e acerola. Uma alternativa para o aproveitamento desses resíduos é a transformação em pós, por meio do processo de secagem convectiva em estufa, com posterior utilização destes como saborizantes em sorvetes (Barreto; Zancan; Menezes, 2015).

A incorporação desses resíduos em sorvetes pode ser uma alternativa viável, conforme a ABIS (2020). Nos últimos anos, o mercado de sorvetes apresentou uma taxa bastante positiva, com um aumento que varia de 0,5% a 3% no crescimento das vendas.

Diante do exposto, buscou-se desenvolver e analisar formulações de sorvetes com o incremento de coprodutos desidratados de frutas tropicais, tais como manga, goiaba e acerola, como saborizantes naturais, para contribuir com o desenvolvimento de um produto lácteo de alto valor nutricional e como uma alternativa de reduzir o impacto ambiental causado pelo desperdício desses resíduos agroindustriais.

### 3 Método da pesquisa

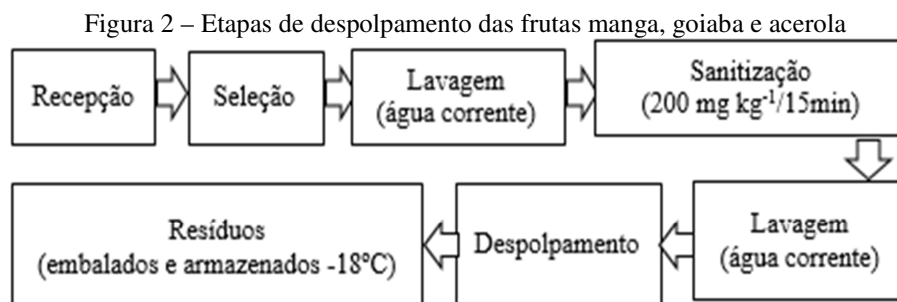
O presente estudo foi executado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB)- *Campus Sousa*, em duas etapas. A primeira consistiu na preparação dos resíduos e a segunda etapa na elaboração dos sorvetes conforme fluxograma mostrado na Figura 1.



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

#### 3.1 Aquisição das matérias-primas: frutas e resíduos

As frutas mangas (*Mangifera indica* L), goiabas (*Psidium guajava* L) e acerolas (*Malpighia emarginata* D.C), foram provenientes do Mercado Municipal da cidade de Nazarezinho, estado da Paraíba (PB) e de plantações do próprio IFPB. Após a obtenção, as frutas foram recepcionadas e posteriormente selecionadas. Em seguida, foram realizadas as etapas de lavagem, sanitização (água clorada a 200 mg.Kg<sup>-1</sup>/ 15 minutos), lavagem novamente e despolpamento das frutas em máquina semiautomática, no Laboratório de Frutas e Hortaliças da Agroindústria, do IFPB, *Campus Sousa*. Após esses procedimentos, os resíduos foram embalados em recipientes de plásticos polipropileno e armazenados até a fase de desidratação e análises dos mesmos. Os processos de beneficiamento das frutas ocorreram conforme o detalhamento apresentado na Figura 2 (Meneses *et al.*, 2018).



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 corrente de ar forçada, à temperatura de 55 °C, durante 48 horas, conforme metodologia adaptada de Araújo *et al.* (2014) e Meneses *et al.* (2018). Primeiramente, colocaram-se os resíduos úmidos sobre as telas de nylon, fixadas em bandejas de alumínio, em sequência, as mesmas foram postas no equipamento. Transcorrido o tempo de desidratação, triturou-se e peneirou-se os resíduos secos no processador doméstico Arno, modelo LN30 e em peneiras de 20 mesh, respectivamente, obtendo-se os resíduos em forma de pós, logo depois armazenou-se em recipientes de plástico polipropileno e preservou-se a temperatura de congelamento (-18 °C) (Figura 3).

Figura 3 – Resíduos desidratados em forma de pó



Fonte: arquivo dos autores

### 3.3 Formulações e matérias-primas utilizadas na fabricação dos sorvetes

Conduziu-se a elaboração dos sorvetes no Laboratório de Processamento de Leite, do IFPB, *Campus Sousa*. Foram produzidas três formulações de sorvetes, com adição de 10% dos coprodutos desidratados de manga, goiaba e acerola (Tabela 1), de acordo a 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

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;

Fonte: adaptada de Lamounier *et al.* (2015) e Meneses *et al.* (2019)

### 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, adicionando-se açúcar, leite em pó, emulsificante e liga neutra, originando-se a calda. Na sequência, foram incorporados os coprodutos desidratados de frutas, como saborizantes naturais, sendo adicionada a proporção de 10% do coproduto desidratado de manga (casca), goiaba e acerola, constituindo-se as formulações F1, F2 e F3, respectivamente. Logo após, foram homogeneizados durante 5 minutos no mesmo equipamento para a mistura uniforme de todos os ingredientes acrescentados. Transcorrido esse tempo, a calda foi pasteurizada a 72 °C durante 15 segundos, e resfriada a 10 °C, logo em seguida. Feito esse procedimento, as formulações foram colocadas em refrigeração a 6 °C por 12 horas para sua maturação. Após a maturação, para a

incorporação de ar, a calda foi batida em batedeira industrial, sendo acondicionada em potes com tampa (Figura 4) e congelada a  $-18^{\circ}\text{C}$ , mantendo-se os produtos em congelamento até sua caracterização.

Figura 4 – Sorvetes em potes fechados



Fonte: arquivo dos autores

### 3.5 Análises físico-química dos sorvetes

Caracterizaram-se os sorvetes 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, lipídeos, carboidratos e valor calórico, de acordo com os procedimentos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), em exceção a caracterização de gordura nos produtos elaborados, que seguiu o método experimental adaptado de Pereira *et al.* (2001), sendo todas as análises executadas em triplicatas.

### 3.6 Análise microbiológica dos resíduos desidratados e sorvetes

A qualidade higienicossanitária dos coprodutos desidratados foi avaliada conforme a Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) determinadas para frutas secas, desidratadas ou liofilizadas, verificando-se os seguintes microrganismos: coliformes a  $45^{\circ}\text{C}$  (termotolerantes), *Salmonella*, bolores e leveduras. De forma adicional, acrescentou-se a análise dos coliformes a  $35^{\circ}\text{C}$  (totais) e os aeróbios mesófilos (ANVISA, 2022).

Nos sorvetes, realizaram-se análises de *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella* ssp., acrescentando-se análises de coliformes  $45^{\circ}\text{C}$ , seguindo-se a mesma Instrução Normativa nº 161 (ANVISA, 2022). Determinaram-se as análises mencionadas conforme metodologias retratadas por Silva *et al.* (2021).

### 3.7 Determinações das propriedades funcionais dos sorvetes

Utilizou-se a metodologia adaptada de Shori e Baba (2014), para avaliar os compostos fenólicos e a atividade antioxidante de sorvetes obtidos a partir de extratos aquosos.

Os compostos fenólicos dos sorvetes foram determinados conforme a metodologia adaptada de Nóbrega *et al.* (2014) em triplicatas, sendo os resultados expressos a partir de uma curva padrão de calibração com diferentes concentrações de ácido gálico, diluídas em etanol a 95%. A expressão dos resultados foi determinada em miligramas equivalentes de ácido gálico (GAE) por 100 gramas de peso da amostra (mg GAE/100 g amostra) em base úmida (b. u.) e base seca (b. s.).

Utilizou-se o radical livre 1,1-Difenil-2-picrilhidrazil (DPPH) para determinar atividade antioxidante de extratos aquosos dos sorvetes, aplicando-se a metodologia adaptada por Brand-Williams; Cuvelier e Berset (1995). Expressaram-se os resultados de atividade antioxidante em percentual a partir de uma concentração de uma curva padrão preparada com concentrações diferentes de Trolox, sendo os resultados determinados em  $\mu\text{mol TE/g}$  de amostra em base úmida (b. u.) e base seca (b. s.).

Empregou-se a metodologia adaptada de Nagata e Yamashita (1992), para avaliar os compostos carotenoides licopeno e  $\beta$ -caroteno a partir da leitura de 4 comprimentos de ondas diferentes para cada amostra: 663, 645, 505 e 453 nm em espectrofotômetro, indicou-se os resultados em  $\mu\text{g}/100\text{g}$  de amostra.

Determinou-se o teor de ácido ascórbico dos sorvetes a partir do método de titulação das amostras até a presença da coloração rosa, apresentou-se os resultados em mg de ácido ascórbico por 100 g da amostra em base úmida (b. u.) e base seca (b. s.) (BRASIL, 2013).

### 3.8 Análises estatísticas

Determinaram-se as análises em triplicatas e expressaram-se os resultados através da média e desvio padrão. Aplicou-se o Software Statística® 7.0 com análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey, com 5% de probabilidade para a verificação dos dados expostos.

### 4 Resultados e discussões

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

Tabela 2 – Resultados microbiológicos dos resíduos desidratados das frutas tropicais

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

Fonte: dados dos autores (2023)

Tabela 3 – Análises microbiológicas das formulações de sorvetes

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

Fonte: dados dos autores (2023)

De acordo com os resultados obtidos (Tabela 2), os resíduos desidratados das frutas tropicais estiveram dentro dos critérios microbiológicos preconizados na Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022 (ANVISA, 2022), para frutas secas, desidratadas ou liofilizadas, assim como os outros micro-organismos estudados, apresentaram qualidade higienicossanitária satisfatória para ser aplicados como saborizantes naturais em sorvetes.

Verifica-se, pela Tabela 3, que as formulações F1, F2 e F3 também se encontraram dentro dos padrões microbiológicos exigidos pela legislação para gelados comestíveis à base de leite, conforme preconiza a Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022 (ANVISA, 2022). Os resultados favoráveis indicam que os sorvetes estão aptos para o consumo.

Na Tabela 4 estão apresentados 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 elaboradas.

Tabela 4 – Análises físico-químicas dos sorvetes de resíduos de manga, goiaba e acerola

Determinações	Sorvetes
---------------	----------



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

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma linha diferem estatisticamente ( $p < 0,05$ ), pelo Teste de Tukey.

\*Mínimo estabelecido pela portaria nº 379, de 26 de Abril de 1999, da ANVISA para sorvetes que contém frutas (ANVISA, 1999).

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

Fonte: dados dos autores (2023)

Devido à não existência de uma legislação que determine a composição de sorvetes à base de resíduos de frutas e diante da carência de trabalhos na literatura que descrevam esse produto acrescido de coprodutos como saborizantes, os resultados encontrados serão discutidos com base na legislação para sorvetes formulados com adição de frutas.

As três formulações dos sorvetes apresentaram elevado teor de atividade de água, possivelmente devido à presença de uma quantidade significativa de leite na formulação.

Os valores de atividade de água não diferiram estatisticamente ( $p > 0,05$ ) entre as formulações, semelhantemente aos encontrados por Correia *et al.* (2008), que encontraram  $A_a$  de 0,982 e 0,979, para o sorvete com leite de vaca e caprino, respectivamente, saborizados com polpa de goiaba.

Quanto ao teor de umidade, a formulação F3 foi semelhante ( $p > 0,05$ ) às formulações F1 e F2, sendo que essas, porém, diferiram estatisticamente. A legislação não determina a quantidade desse componente no produto, entretanto, é notável que o presente estudo apresentou resultados próximos aos encontrados por Meireles e Souza (2015) (63,95 a 64,87%), ao estudarem sorvetes elaborados com a 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. Segundo a Portaria nº 379, de 26 de Abril de 1999 da ANVISA (ANVISA, 1999), a quantidade mínima de sólidos totais deve ser 26,0% para sorvetes que contém frutas. Como se pode verificar, todas as formulações estão acima do valor mínimo determinado pela legislação. Correia *et al.* (2008) encontraram o valor de 38,18% de sólidos totais para o sorvete elaborado com leite de vaca e polpa de goiaba, sendo o resultado dessa pesquisa semelhante ao encontrado pelos autores.

Os teores de acidez total e acidez expressa em ácido láctico apresentaram diferença estatística ( $p < 0,05$ ), entre as três formulações. Os resultados da amostra F3 foram mais elevados (1,00% e 0,91%, respectivamente), seguidos da amostra F1 (0,56% e 0,50%, respectivamente) e F2 (0,49% a 0,44%, respectivamente). Lamounier *et al.* (2015) estudaram três tratamentos de sorvetes enriquecidos com a farinha da casca da jabuticaba e, para acidez em ácido láctico, encontraram 1,05% (0% de farinha da casca da jabuticaba), 1,08% (5% de farinha da casca da jabuticaba) e 1,12% (10% de farinha da casca da jabuticaba), resultados próximos a formulação F3 desse estudo.

A formulação F3, à base de resíduos desidratados de acerola, apresentou menor pH, inversamente proporcional aos resultados de acidez total e em ácido láctico, como era esperado. O pH não apresentou diferença estatística entre as amostras F1 e F2. A legislação não prevê um valor padrão para pH, mais os resultados apontados na presente pesquisa estão semelhantes aos de Lamounier *et al.* (2015), que encontraram, para esse parâmetro, nas três formulações de sorvetes elaboradas com farinha da casca de jabuticaba, os valores de 6,00 (0%), 5,30 (5%) e 4,20 (10%).

Os teores de sólidos solúveis não diferiram ao nível de ( $p > 0,05$ ). Correia *et al.* (2008) encontraram 24,0 e 21,0 °Brix para o sorvete com leite de vaca e leite de cabra, respectivamente, com sabor de goiaba, sendo que essa pesquisa apresentou resultados semelhantes a tal estudo.

Na Tabela 5, estão apresentados os dados da composição centesimal das três formulações de sorvetes.

Tabela 5 – Resultados das análises físico-químicas dos sorvetes com adição dos coprodutos desidratados de manga, goiaba e acerola na proporção de 10%

Parâmetros	Sorvetes			
	F1	F2	F3	Legislação*

<b>Umidade (%)</b>	61,34±0,45 <sup>b</sup>	62,28±0,33 <sup>a</sup>	62,03±0,28 <sup>ab</sup>	-
<b>Cinzas (%)</b>	0,86±0,02 <sup>ab</sup>	0,83±0,02 <sup>b</sup>	0,90±0,01 <sup>a</sup>	-
<b>Proteínas (%)</b>	3,68±0,06 <sup>b</sup>	3,93±0,32 <sup>b</sup>	4,63±0,20 <sup>a</sup>	-
<b>Lipídeos (%)</b>	5,75±1,06 <sup>a</sup>	6,75±0,35 <sup>a</sup>	6,00±0,71 <sup>a</sup>	3,0
<b>Carboidratos (%)**</b>	28,37±0,68 <sup>a</sup>	26,21±0,78 <sup>a</sup>	26,44±0,17 <sup>a</sup>	-
<b>Valor Calórico (Kcal)</b>	179,95±0,99 <sup>a</sup>	181,31±0,42 <sup>a</sup>	178,28±0,86 <sup>a</sup>	-

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma linha diferem estatisticamente ( $p < 0,05$ ), pelo 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 e F3: Sorvete com adição de 10% de coproduto desidratado de acerola.

Fonte: dados dos autores (2023)

O conteúdo de cinzas para a formulação F1 foi semelhante ( $p > 0,05$ ) em relação às formulações F2 e F3. A legislação não define um valor padrão desse constituinte para sorvetes. Entretanto, consideram-se os resultados desta pesquisa (0,83% a 0,90%) similares aos encontrados por Silva *et al.* (2016) (0,91%) para cinzas, ao estudarem sorvete elaborado com mandacaru e soro do leite.

Quanto ao teor de proteínas, na Tabela 5, é notável que a formulação F3 apresentou maior teor de proteínas em relação a F1 e F2. Aguiar (2016) encontrou valores de proteínas de 2,82% para a formulação A; 2,77% para a formulação B e 4,43% para a formulação C, para sorvetes desenvolvidos com polpa de acerola, sendo os resultados deste estudo próximos a fórmula C da autora.

Não houve diferença estatística ( $p > 0,05$ ) entre as amostras quanto ao teor de lipídios. Os resultados da presente pesquisa são satisfatórios, pois o teor de lipídios está acima do valor mínimo (3,0%) determinado pela Portaria nº 379, de 26 de Abril de 1999 (ANVISA, 1999). As formulações de sorvete acrescidas 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 Pereira (2014), para sorvete de morango (6,5% e 6,8%).

Quanto aos carboidratos, as amostras não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ), e os resultados variaram de 26,21 % a 28,37%. Os resultados obtidos dos sorvetes se aproximam da pesquisa de Meireles e Souza (2015), que encontraram de carboidratos totais para os sorvetes com a farinha da casca da manga na formulação F1 = 26,15; F2 = 27,37 e F3 = 27,31, com (1, 2 e 3% de farinha de casca da manga), respectivamente.

O valor calórico encontrado não diferiu significativamente entre as amostras, variando de 178,28 kcal a 181,31 kcal. As formulações apresentaram resultados próximos à formulação controle do sorvete de chocolate com a utilização da fibra da casca da laranja, elaborado por Boff (2012), que obteve teor calórico de 177,62 kcal. O sorvete apresenta alto valor calórico e, quando elaborado com resíduos de frutas, contém grande quantidade de nutrientes importantes para o nosso organismo, pois fornecem carboidratos, proteínas, lipídios, vitaminas, cálcio e outros minerais (Meireles; Souza, 2015).

Na Tabela 6, constam os resultados das propriedades funcionais das três formulações elaboradas de sorvetes.

Tabela 6 – Determinações das propriedades funcionais nas três formulações de sorvetes

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

Letras diferentes sobrescrita na mesma linha indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo 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 e 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 e AAS: Ácido ascórbico.

Fonte: dados dos autores (2023)

Os teores de compostos fenólicos nas três formulações de sorvetes foram diferentes estatisticamente ( $p < 0,05$ ). A amostra F3 foi a que mais preservou compostos fenólicos, sendo mais rica funcionalmente, seguida da F1 e da F2.

Ao observar os resultados de atividade antioxidante dos sorvetes elaborados, verifica-se que os produtos mantiveram uma boa quantidade das propriedades antioxidantes, em base seca, indicando que, apesar do processamento, compostos com atividade antioxidante conseguem ser preservados, provavelmente devido à baixa temperatura de conservação do produto.

Ao observar os resultados de carotenoides, expressos em teor de licopeno e  $\beta$ -caroteno, considerando-se que foram acrescentados os resíduos desidratados de frutas em uma concentração de 10% da formulação, é notável que os sorvetes preservaram uma boa quantidade de carotenoides. Ao comparar as formulações de sorvete, F2 apresentou maior teor de licopeno e menor teor de  $\beta$ -caroteno, em relação às formulações F1 e F3, à base de farinha do resíduo de manga e de acerola, respectivamente, que não diferiram estatisticamente ( $p > 0,05$ ), e apresentaram maior teor de  $\beta$ -caroteno e menor teor de licopeno.

É notável que, para o teor de ácido ascórbico, as três formulações de sorvetes apresentaram diferença significativa entre si ( $p < 0,05$ ), com um valor mais elevado para a 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/100g, para formulação A; 589,80 mg/100g para a formulação B e 520,47 mg/100g, para a formulação C). Como se observa, os valores das formulações do presente trabalho foram menores que os resultados apresentados pela autora, uma vez que foram utilizados os coprodutos de frutas, que apresentou, mesmo assim, quantidade de vitamina C significativa.

## 5 Considerações finais

Os sorvetes elaborados a partir de coprodutos de frutas apresentaram características físico-químicas capazes de conferir estabilidade ao produto final, bem como elevado valor nutricional. Assim como os subprodutos das frutas, os produtos elaborados obtiveram ótimas condições higienicossanitárias.

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

Diante dos favoráveis resultados quanto aos componentes nutricionais e às propriedades funcionais dos sorvetes, a utilização de coprodutos de manga, goiaba e acerola como saborizantes naturais em sorvetes é viável, pois coopera de forma positiva 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, parece promissora. Além disso, 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 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.

## Referências

ABIS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS E DO SETOR DE SORVETES. **Perspectivas do mercado de sorveterias para 2020**. São Paulo/SP. 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. **Pesquisas bibliográficas realizadas por alunos das disciplinas de Bioquímica e Química dos Alimentos UECE**. Belo Horizonte: Poisson, 2022, v.3. n.1. p.23-27. <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/limoeironorte/arquivos\\_pgta/dissertacoes/aguiar\\_r-a\\_2016\\_pgta\\_ifce.pdf](https://ifce.edu.br/limoeironorte/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**, v. 5. São Carlos: UFSCAR, p. 91-116, cap. 5, 2019.

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.

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. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/7033>. Acesso em: 19 out. 2023.

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.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 161, de 1º de Julho de 2022. Listas de padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 126 de 6 Julho de 2022. Disponível em: [https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/IN\\_161\\_2022\\_.pdf/b08d70cb-add6-47e3-a5d3-fa317c2d54b2](https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/IN_161_2022_.pdf/b08d70cb-add6-47e3-a5d3-fa317c2d54b2). Acesso em: 06 jul. 2023.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 26 de abril de 1999. Disponível em: [https://bvsm.sau.gov.br/bvs/saualegis/svs/1/1999/prt0379\\_26\\_04\\_1999.html](https://bvsm.sau.gov.br/bvs/saualegis/svs/1/1999/prt0379_26_04_1999.html). Acesso em: 05 mai. 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 República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 17 de Julho de 2002. Disponível em: [http://antigo.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC\\_02\\_2002.pdf/02a04e07-b647-4b3d-97f4-6f7c19dd4c8c](http://antigo.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_02_2002.pdf/02a04e07-b647-4b3d-97f4-6f7c19dd4c8c). Acesso em: 06 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/10183/83262>. Acesso em: 19 out. 2023.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT- Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995. [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 Agropecuário. **Análises físico-químicas de bebidas e vinagres – BEB**: método para determinação de ácido ascórbico. São Paulo: Lanagro, 2013. 3p. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/lfda/legislacao-metodos-da-rede-lfda/bebidas-vinhos-e-vinagres>. Acesso em: 03 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.; BECKER, F. S.; MARTINS, G. A.S. **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, carotenóides 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.; NETO, J. O. 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/xmlui/handle/11338/4146>. Acesso em: 19 out. 2023.

IAL – INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 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](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, 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.

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.

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 offunctional 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 (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 Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 71, n. 1, p. 76-84, 2012. Disponível em: [http://www.ial.sp.gov.br/resources/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/rial/10/rial71\\_1\\_completa/1436.pdf](http://www.ial.sp.gov.br/resources/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/rial/10/rial71_1_completa/1436.pdf). Acesso em: 19 out. 2023.

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 E VII CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ANALISRAS DE ALIMENTOS, 21., 2019, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis, 2019. Disponível em: [https://icongresso.sbaal.itarget.com.br/arquivos/trabalhos\\_completos/sbaal/2/161\\_04012019\\_121513.pdf](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: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/758092c6-97d1-47b4-9468-25c747ee1b56/content>. 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 fruta. **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.

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. 1-10, 2018. DOI: [https://dx.doi.org/10.18677/EnciBio\\_2018A25](https://dx.doi.org/10.18677/EnciBio_2018A25).

ROCHA, A. J. A. C. **Avaliação do potencial antimicrobiano do extrato da acerola**. 2019. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (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.

SHORI, A. B.; BABA, A. S. Comparative antioxidant activity, proteolysis and *in vitro*  $\alpha$ -amilase and  $\alpha$ -glucosidade 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.; IAMANAIKA, 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: PDVAGRO, 2016.

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; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO; ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA, 21., 17., 7., 2017, São José dos Campos/SP. **Anais [...]**. São José dos Campos: UNIVAP, 2017. Disponível em: [http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2017/anais/arquivos/RE\\_1067\\_0810\\_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2017/anais/arquivos/RE_1067_0810_01.pdf). Acesso em: 20 nov.2022.

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>.

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**, Santa Catarina, v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018. Disponível em: <https://periodicos.udesc.br/index.php/revistacsbea/article/view/13312>. Acesso em: 19 out. 2023.

Revista Principia

Early View