



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA  
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**Caracterização físico-química de diferentes tipos de biomassa de  
banana verde e sua incorporação em sorvetes de chocolate**

ANTONIO MATEUS TAVARES FARIAS

NATAL  
2023

ANTONIO MATEUS TAVARES FARIAS

**Caracterização físico-química de diferentes tipos de biomassa de  
banana verde e sua incorporação em sorvetes de chocolate**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Bacharelado em  
Engenharia de Alimentos da Universidade  
Federal do Rio Grande do Norte como  
requisito parcial para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia de Alimentos.  
Orientadora: Profa. Dra. Beatriz de Cássia  
Martins Salomão

NATAL  
2025

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN  
Sistema de Bibliotecas - SISBI  
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial Prof. Horácio Nicolas Solimo - Engenharia  
Química - EQ - CT

Farias, Antonio Mateus Tavares.

Caracterização físico-química de diferentes tipos de biomassa de banana verde e sua incorporação em sorvetes de chocolate / Antonio Mateus Tavares Farias. - Natal: UFRN, 2025.

69f.: il.

Monografia (graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Alimentos. Natal, RN, 2025.

Orientação: Beatriz de Cássia Martins Salomão.

1. Biomassa - monografia. 2. Banana verde - monografia. 3. Amido resistente - monografia. I. Salomão, Beatriz de Cássia Martins. II. Título.

RN/UF/BSEQ  
663.67

CDU

## RESUMO

Nos últimos anos, a pesquisa em alimentação humana passou a focar na relação entre dieta e saúde, levando ao conceito de alimentos funcionais, que são ricos em compostos que favorecem funções metabólicas e fisiológicas específicas. No Brasil, frutas como a banana (*Musa spp.*) são destacadas por suas propriedades funcionais. A banana verde, rica em vitaminas, minerais, amido resistente e compostos fenólicos, tem atraído interesse devido aos seus benefícios nutricionais e seu potencial como espessante natural em receitas. Contudo, seu consumo é limitado pelo sabor adstringente. O sorvete é um alimento bastante popular, sendo denso em calorias e gorduras saturadas e por isso enfrenta desafios para ser incluído em dietas equilibradas. Este trabalho visa analisar a biomassa de banana verde nas variedades prata, da terra e nanica e sua aplicação na produção de sorvete de chocolate, avaliando como as características da banana influenciam o produto final. Adicionalmente, o estudo compreendeu o balanço de massa e energia do processo, a análise econômica para a avaliação da viabilidade da produção em escala, e uma proposta para o tratamento dos efluentes, contribuindo assim para a inovação na indústria de alimentos.

**Palavras-chave:** biomassa; banana verde; amido resistente.

## ABSTRACT

In recent years, research into human nutrition has begun to focus on the relationship between diet and health, leading to the concept of functional foods, which are rich in compounds that promote specific metabolic and physiological functions. In Brazil, fruits such as bananas (*Musa spp.*) are highlighted for their functional properties. Green bananas, rich in vitamins, minerals, resistant starch and phenolic compounds, have attracted interest due to their nutritional benefits and their potential as a natural thickener in recipes. However, its consumption is limited by the astringent taste. Ice cream, popular but dense in calories and saturated fats, faces challenges in being included in balanced diets. This work aims to analyze the biomass of green bananas of different varieties and their application in the production of chocolate ice cream, evaluating how the characteristics of the banana influence the final product. Additionally, the study encompassed the mass and energy balance of the process, the economic analysis for evaluating the feasibility of large-scale production, and a proposal for effluent treatment, thus contributing to innovation in the food industry.

**Keywords: biomass; green banana; resistant starch.**

## **LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1 – Etapas de produção da biomassa de banana verde**
- Figura 2 – Fluxograma da produção da biomassa de banana verde**
- Figura 3 – Liquidificador industrial**
- Figura 4 – Fluxograma de produção do sorvete de chocolate com biomassa**
- Figura 5 – Balança industrial**
- Figura 6 – Homogeneizador industrial**
- Figura 7 – Pasteurizador a placas**
- Figura 8 – Tanque resfriador**
- Figura 9 – Fluxograma do tratamento dos efluentes**
- Figura 10 – Tanque de equalização**
- Figura 11 – Layout da empresa de sorvete com ETE**
- Figura 12 – Rótulo do sorvete com biomassa de banana nanica**
- Figura 13 – Rótulo do sorvete com biomassa de banana prata**
- Figura 14 – Rótulo do sorvete com biomassa de banana da terra**

## **LISTA DE TABELAS**

**Tabela 1 – Lista de ingredientes e informações nutricionais**

**Tabela 2 – Lista de equipamentos e seus valores**

**Tabela 3 – Lista de mão de obra necessária**

**Tabela 4 – Lista de insumos por batelada**

**Tabela 5 – Soma dos custos totais mensais**

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária**

**AR – Amido Resistente**

**BAF – Biofiltro Aerado Submerso**

**BPF – Boas Práticas de Fabricação**

**CH – Carboidrato**

**CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente**

**ETE – Estação de Tratamento de Efluentes**

**IN – Instrução Normativa**

**kg – Quilograma**

**L – Lipídio**

**M – Massa**

**pH – Potencial Hidrogeniônico**

**RDC – Resolução da Diretoria Colegiada**

**SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas**

**TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>8</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>10</b>
2.1 Banana	10
2.1.1 Banana Nanica	11
2.1.2 Banana Prata	12
2.1.3 Banana da Terra	12
2.2 Biomassa de banana verde	12
2.3 Amido resistente	13
2.4 Sorvete	15
<b>3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DA BIOMASSA E DO SORVETE</b>	<b>17</b>
3.1 Fluxograma de produção da biomassa	17
3.2 Seleção dos ingredientes	18
3.2 Sanitização	19
3.3 Cocção	19
3.4 Descascamento, acidificação e trituração	19
3.5 Pasteurização	20
3.6 Fluxograma de produção do sorvete	20
3.7 Pesagem dos ingredientes	21
<b>3.8 Homogeneização dos ingredientes</b>	<b>22</b>
3.9 Pasteurização	23
3.10 Maturação e resfriamento	23
Fonte: Finamac, 2024.	24
3.11 Batimento da calda e incorporação da biomassa	24
3.12 Acondicionamento	25
3.13 Congelamento e armazenamento	25
<b>4 BALANÇO DE MASSA</b>	<b>26</b>
4.1 Balanço de massa por componente: banana nanica	30
4.2 Balanço de massa por componente: banana prata	32
4.3 Balanço de massa por componente: banana da terra	33
<b>5 CÁLCULO DA COMPOSIÇÃO DE NUTRIENTES DA BIOMASSA E DO SORVETE</b>	<b>34</b>
5.1 Biomassa de banana nanica	35
5.2 Biomassa de banana prata	35
5.3 Biomassa banana da terra	36
5.4 Sorvete biomassa de banana nanica	36
Composição da biomassa:	36
Cálculos:	37
5.5 Sorvete com Biomassa de Banana Prata	37
Composição da biomassa (base úmida):	37

Cálculos detalhados	38
Cálculo do valor energético	38
5.6 Sorvete com Biomassa de Banana da Terra	38
Composição da biomassa:	38
Cálculos:	38
5.7 Comparação da Composição Centesimal das Biomassas de Banana Verde	39
<b>6 BALANÇO DE ENERGIA DO PASTEURIZADOR</b>	<b>40</b>
<b>7 ANÁLISE ECONÔMICA</b>	<b>42</b>
7.1 Investimento em Equipamentos	43
7.2 Custos com Mão de Obra	43
7.3 Custo com insumos	44
7.4 Depreciação de Equipamentos	45
7.5 Custos Operacionais Adicionais	46
7.5.1 Energia elétrica	46
7.5.2 Embalagens	46
7.5.3 Custos administrativos e logísticos	46
7.6 custos totais	46
7.7 Custo Unitário Final de Produção	47
7.8 Projeção de Preço de Venda	47
<b>8 TRATAMENTO DE RESÍDUOS</b>	<b>48</b>
<b>9 LAYOUT</b>	<b>52</b>
<b>10 ROTULAGEM</b>	<b>54</b>
<b>11 CONCLUSÃO</b>	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>59</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Durante os últimos anos, a preocupação em associar a dieta a saúde se tornou um dos principais focos no que diz respeito às pesquisas envolvendo a alimentação humana, o que fez surgir um entendimento de que para que uma alimentação seja considerada saudável, ela deve fornecer muito mais do que apenas os nutrientes básicos para a garantia da regulação do organismo (DIAS, SIMAS; JUNIOR, 2020).

Dessa forma, surgiu o conceito de alimentos ou substâncias funcionais. Eles têm como principal característica a presença de compostos que favorecem e auxiliam efeitos relacionados ao papel metabólico e fisiológico no organismo (MARTINS; DA SILVA, 2018). Pode-se classificar esses alimentos pela sua fonte de obtenção ou ainda pelas características funcionais em que atuam no organismo, como sua ação no sistema gastrointestinal, sistema cardiovascular, entre outras funções (DA SILVA; ORLANDELLI, 2019).

No Brasil, muitas frutas se destacam devido às suas características como potenciais fontes de substâncias funcionais (MILANEZZI, 2022). Entre estas, a banana (*Musa spp.*) se destaca como uma das de maior produção e consumo, não só no país, mas mundialmente falando (MONTEIRO *et al.*, 2022). Essa fruta é originária do sudeste da Ásia, crescendo em climas tropicais, possuindo diversas variedades no Brasil e no mundo. São as variedades de maior consumo no Brasil, a banana prata, nanica, banana da terra e a banana maçã (SILVA, 2018).

A banana verde vem atraindo a atenção de diversos pesquisadores nos últimos anos devido às altas concentrações de nutrientes como as vitaminas B e C, além de ser uma fonte promissora de sais minerais como o potássio e o cálcio, amido resistente, fitoesteróis e compostos fenólicos (TELLES *et al.*, 2022).

O consumo da banana verde não é muito comum devido à dureza da banana e ao seu sabor adstringente, que é proveniente da existência de compostos conhecidos como taninos (SENA *et al.*, 2022). O amido resistente compõe em média 40,9 a 58,5% da massa total da biomassa da banana verde, podendo variar de acordo com a espécie que é utilizada para a produção (FREITAS, 2023).

Fora as questões nutricionais presentes na biomassa de banana verde, outra característica que alavancou a sua utilização no campo dos alimentos funcionais é o fato de atuar como um espessante natural, o que facilita a sua utilização em diversas receitas, como

pães, bolos, doces e sorvetes, uma vez que não produz um sabor residual quando inserido no alimento (ALMEIDA; GHERARDI, 2018).

O sorvete é um produto que possui uma alta aceitação sensorial por grande parte da população em todas as faixas etárias no Brasil, mas que por ser um produto de alta densidade energética e alto teor de ácidos graxos, acaba por enfrentar certa dificuldade em ser inserido numa dieta balanceada (DUARTE *et al.*, 2021).

Dessa forma, esse trabalho tem como objetivo a análise e caracterização físico-química e nutricional de biomassas de banana verde produzidos com diferentes variedades de banana, bem como sua utilização na produção de sorvete de chocolate, buscando verificar as características de cada tipo de banana ao serem utilizadas para a biomassa, bem como pesquisar como isso afetará nas características sensoriais e físico-químicas do produto final. Adicionalmente, este estudo visa a elaboração do balanço de massa e energia do processo, a análise econômica para avaliação da viabilidade da produção em escala, o desenvolvimento do layout da planta, a criação dos rótulos do produto e a proposição de um sistema para o tratamento de efluentes.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Banana

Pertencente ao gênero *Musa* e a família *Musaceae*, as bananas possuem a característica de, em sua grande maioria, serem naturalmente híbridos de espécies selvagens das espécies *Musa acuminata* e *Musa balbisiana*, que possuem os genomas AA e BB. através desse cruzamento ocorreu o surgimento de novos grupos de genomas que são divididos por grupos, os genomas diploides como AA e AB, triploides como AAB e ABB, e os tetraploides como AAAB. O surgimento desses híbridos é o que ocasiona a grande variedade de bananas que existem hoje no mundo, possuindo características distintas como cor, tamanho, espessura para cada variante (ÁLVARES, 2003).

A banana é uma fruta originária do continente asiático, sendo amplamente cultivada em outros países com clima tropical, tais como o Brasil onde seu cultivo acontece em todos os estados do país. Essa característica produtiva se dá ao fato do clima favorável, bem como ao fato de ser um cultivo perene (ROCHA, 2024), podendo ser produzida durante o ano inteiro, o que acaba por garantir a manutenção do solo e proporcionando sua fertilidade (NASCIMENTO *et al.*, 2019).

Trata-se de uma fruta de alto consumo no Brasil, ocupando a segunda posição como a fruta mais consumida em território nacional (SANTANA *et al.*, 2020) além de ser a fruta de maior consumo mundial e ocupar a quarta posição no ranking das culturas mais importantes no aspecto nutricional (TELES *et al.*, 2024). Em 2024 a produção de bananas alcançou o valor de 7 milhões de toneladas em todo o país (ETENE, 2024), o que chama cada vez mais a atenção de diversos pesquisadores devido às suas características benéficas à alimentação humana (TELLES *et al.*, 2022).

A composição da banana traz interesse aos pesquisadores devido a ser uma boa fonte de mono e oligossacarídeos, sais minerais como o potássio, fósforo, cálcio, sódio manganês, além de vitamina B6 e piridoxina, carotenoides precursores da vitamina A e fitoesteróis. Além disso, são encontrados também compostos fenólicos, ácido gálico, catequina, taninos e antocianinas, compostos estes conhecidos por suas características funcionais ao organismo (RODRIGUES, 2022).

Tanto as fibras solúveis quanto as fibras insolúveis presentes na banana, desempenham papéis fundamentais na regulação do organismo, atuando na regulação intestinal, sendo fundamental para o retardamento do esvaziamento gástrico, diminuindo

também os níveis de colesterol no sangue, além de serem uma ótima fonte de alimento para os microrganismos que naturalmente se desenvolvem no cólon (GOMES *et al.*, 2017).

Mesmo sendo uma fruta de alto interesse tanto nutricional, quanto social, ainda se percebe uma perda substancial da produção total no Brasil, podendo chegar a ocorrer um desperdício de 60% da produção de alguns estados brasileiros. Tais desperdícios provêm de diversos fatores, como o manuseio inadequado durante a colheita, falhas no sistema de transporte, armazenamento e entre outros fatores (AURIEMA, 2021).

Por ser um fruto climatérico, a banana possui a particularidade de sintetizar altos níveis de etileno, mesmo após a sua coleta. O etileno, faz com que o fruto desenvolva as características de amadurecimento de forma acelerada e contínua, o que exige um manuseio adequado desde a coleta até o transporte para garantir que os frutos cheguem até o consumidor sem que ocorram perdas significativas da produção (ROCHA, 2005).

No Brasil, podemos encontrar ao menos 16 variedades de banana, sendo elas: Prata, Pacovan, Prata Anã, Maçã, Mysore, Da Terra, D'angola, Nanica, Nanicão, Grande Naine, Ouro, Figo Cinza, Figo Vermelho, Caru Verde, e Caru Roxa (SOUZA, ALENCAR & DE ALENCAR, 2017). As variedades prata, pacovan, maçã, nanica e da terra possuem uma maior comercialização no território brasileiro, sendo também, as variedades de maior produção (ARAUJO, 2000).

### **2.1.1 Banana Nanica**

A banana nanica, também conhecida como banana verde ou banana-da-china, é uma variedade conhecida por produzir cachos grandes, com média de 25 quilos e com um número variando entre 126 e 214 bananas por cacho (ARIAS, 2011).

Faz parte do grupo genômico AAA, subgrupo cavendish de *Musa acuminata Colla*, que é reconhecido como o grupo de maior difusão no mundo, estando presente em países de clima tropical como o Brasil (HOFSETZ, 2007).

Justamente por ser uma variedade que está altamente difundida no mundo inteiro, ela acabou sendo reconhecida por seu alto potencial de produtividade, potencial esse que acaba sendo diminuído por ser um fruto que possui uma vida útil muito pequena, o que dificulta sua exportação para outros países (OLIVEIRA, 2007).

Essa variedade, quando se encontra ainda verde, possui em sua composição grânulos de amido que variam entre 73,6% e 79,4% da composição total do fruto, onde em média 43,6% a 54,2% da composição total de amido é amido resistente, o que torna uma fruta altamente rica nesse composto (CHAGAS, 2017).

### **2.1.2 Banana Prata**

Fruta pertencente ao grupo genômico AAB, conhecida pela alta estatura de sua planta e pelo baixo peso dos seus cachos (10 a 16 kg), alcançando a média de 13 cm de comprimento e possuindo uma ponta com formato característico mais pronunciado (MANOEL, 2005). Possui casca fina amarelo-ouro, e endocarpo de cor róseo-pálido, características que ajudam na alta aceitação dessa variedade, tornando assim uma fruta nobre, com preços chamativos nos mercados de todas as regiões do país (MARTINELLI, 2010).

### **2.1.3 Banana da Terra**

A banana da terra, muito conhecida por ser a maior espécie de banana conhecida, é um fruto que consegue chegar a 500g e 30 centímetros de comprimento, sendo altamente reconhecida por ser achatada em um dos lados e possuir a casca em um tom amarelo escuro e uma concentração de amido muito superior à concentração de açúcares, fazendo com que o consumo quase sempre aconteça com a fruta cozida, frita ou assada (PONTES, 2009).

## **2.2 Biomassa de banana verde**

A biomassa de banana verde pode ser descrita como um purê produzido a partir da banana verde cozida e amassada, que possui a característica de agir como um agente espessante, proporcionando a capacidade de aumentar significativamente o produto onde for inserido. Fora essa característica, ainda é conhecido por incorporar ao alimento diversos minerais e vitaminas, sem modificar o sabor do produto, uma vez que não possui sabor residual (REIS *et al*, 2022).

A biomassa de banana verde vem sendo estudada hoje em dia com grande destaque devido a presença do amido resistente (AR), que é justamente o composto que proporciona a capacidade espessante, além de proporcionar diversos outros benefícios ao organismo quando inserido (SOUZA *et al*, 2020).

Os alimentos que em sua composição ocorre a inserção da biomassa, ganham a característica de serem alimentos funcionais, uma vez que, além do efeito prebiótico, a sua composição é rica em fibras solúveis e insolúveis que protegem a mucosa do intestino, além

de regularem o fluxo intestinal e controlarem os níveis de colesterol presente no sangue (SANTOS *et al*, 2017).

### 2.3 Amido resistente

Ao produzir a biomassa de banana verde, a composição média de amido resistente é de aproximadamente 20% do peso total da biomassa, onde esse amido resistente corresponderá a 55 a 93% dos sólidos totais presentes e 4% das fibras (LEITE, 2021).

Uma das características que mais chamam a atenção na biomassa é o fato de ela não ser digerida completamente no organismo de forma convencional, sendo resistente a absorção que normalmente ocorre no intestino delgado, indo diretamente ao intestino grosso para servir como fonte de alimento aos microrganismos benéficos ao organismo, e agindo como um agente que irá intensificar a proliferação e existência desses microrganismos de forma adequada (MELO *et al*, 2021).

A primeira vez em que o termo “amido resistente” foi utilizado foi em 1982 por Englyst, Wiggins e Cumming, onde definiram que o amido resistente é aquele que não conseguia ser hidrolisado após ser exposto às enzimas digestivas, necessitando chegar ao intestino grosso intacto, para só então servir de alimento as bactérias ali presentes (DE CARVALHO, 2016).

Quando se fala sobre o amido é de suma importância destacar que a classificação que define o que é o amido resistente se baseia justamente na composição química do amido e na velocidade em que o amido sofre hidrólise (DA SILVA *et al*, 2016). Dessa forma pode-se classificar o amido como rapidamente digerível, que recebe essa denominação por ser convertido em glicose no tempo de 20 minutos, quando submetido à temperatura de 37° C na presença das enzimas amilase pancreática e amiloglicosidase. A denominação de lentamente digerível ocorre no tempo de 120 minutos, e por fim amido resistente é aquele que tem a característica de resistir a esse processo de digestão (LOBO e SILVA, 2003).

Por sua vez, o amido resistente pode ser classificado em 5 tipos diferentes, levando em conta a natureza do amido, a estrutura dos seus grânulos e a formação de compostos complexos ao interagir com outros componentes. O amido resistente tipo 1 (AR1) é representado por grânulos de amido que ficam dentro das paredes celulares e matrizes proteicas das substâncias, estando inacessíveis nos alimentos. O AR2 são grânulos de amido inativados, conhecidos principalmente por serem altamente resistentes à digestão pela  $\alpha$ -amilase, devido a sua forma cristalina. Esse amido é presente em grande quantidade em

alimentos como batatas e na banana verde. O AR3 constitui principalmente os polímeros do amido retrogradado, sendo altamente resistente à amilase pancreática. Já o tipo 4 (AR4) é modificado quimicamente, possuindo várias ligações com grupamentos ésteres, éteres e fosfatos. Por fim, o AR5 tem sua constituição formada por moléculas de amilose que são complexadas com ácidos graxos e álcoois graxos (JAEKEL *et al*, 2020)

Outra forma bastante aceita para se classificar o amido resistente é com relação a sua fisiologia, onde o amido resistente seria definido como a soma do amido e dos produtos oriundos da sua degradação, que não são digeridos no intestino delgado e que acabam sendo metabolizados através da fermentação no intestino grosso, onde é se originam gases e ácidos graxos de cadeia curta. Justamente por essas características, é muito comum comparar os seus efeitos aos que as fibras trazem ao organismo (RAMOS *et al*, 2010).

A biomassa de banana verde destaca-se como um ingrediente funcional com diversos efeitos fisiológicos benéficos à saúde humana, em especial devido ao seu elevado teor de amido resistente, que atua de forma semelhante às fibras alimentares. Entre seus principais efeitos estão a melhora do trânsito intestinal, o controle glicêmico e a modulação da microbiota intestinal, contribuindo para a integridade da mucosa intestinal e a redução de processos inflamatórios (Zhang *et al.*, 2021). Além disso, o consumo regular de biomassa tem sido associado à maior saciedade pós-prandial, o que favorece o controle do peso corporal (Souza *et al.*, 2020). O amido resistente presente na biomassa não é digerido no intestino delgado, sendo fermentado no cólon, onde promove a produção de ácidos graxos de cadeia curta, como o butirato, que tem efeito protetor sobre o epitélio colônico (Silva *et al.*, 2019). Tais características tornam a biomassa de banana verde uma alternativa viável para o desenvolvimento de alimentos funcionais com benefícios comprovados à saúde metabólica e intestinal.

Mesmo sendo bastante semelhante nos efeitos, é importante salientar as diferenças entre o amido resistente e as fibras, sendo a principal delas a característica do amido resistente de possuir quantidades mais elevadas de butirato produzido durante o processo de fermentação. Além disso, destaca-se o fator velocidade, que acontece muito mais lentamente do que a grande maior parte das fibras, causando muito menos desconforto durante o processamento de produção dos gases. Vale salientar que as quantidades ingeridas de biomassa podem ser muito maiores quando comparadas a ingestão média diária de fibras, fazendo com que os níveis de ácidos graxos de cadeia curta se equiparem aquelas encontradas nas outras fibras (PEREIRA, 2007)

## 2.4 Sorvete

Segundo a associação brasileira das indústrias e do setor de sorvetes (ABIS, 2022) o consumo médio no Brasil no ano de 2020 chegou a 4,8 litros *per capita*. Esses valores demonstram um valor crescente comparado aos anos anteriores, uma vez que a indústria vem se tornando cada vez mais nichada, tanto na produção quanto no público-alvo (SILVA *et al*, 2022).

O sorvete é produzido a partir da emulsão de gorduras e proteínas, ou de uma mistura de água e açúcares, podendo ser adicionado de outros ingredientes que não o descaracterize. É considerado um produto calórico e que de modo geral possui uma baixa quantidade de fibras, antioxidantes e minerais, muito embora seja reconhecido por ser uma ótima fonte de energia para as dietas (CONCEIÇÃO *et al*, 2020; DA SILVA *et al*, 2016).

A estrutura do sorvete é uma estrutura complexa, sendo formada por uma base heterogênea, ao mesmo tempo que é uma emulsão gelatinosa e espumosa, que é mantida principalmente devido ao congelamento. Outra forma de definir a estrutura do sorvete como uma espuma recoberta por cristais de gelo, glóbulos de gordura e cristais de lactose (RODRIGUES *et al*, 2018).

A composição do sorvete interfere diretamente nas características físicas do produto final, já que a sua composição irá influenciar no tamanho dos glóbulos de gordura, na porcentagem de ar que será incorporado no produto, no tamanho das bolhas produzidas e na viscosidade que será alcançada (OLIVEIRA *et al*, 2008).

A complexidade da matriz do sorvete impõe desafios significativos no desenvolvimento de novas formulações, onde o balanço entre ingredientes como gorduras, proteínas, açúcares e sólidos não gordurosos é crucial para otimizar propriedades como cremosidade, resistência ao derretimento, *overrun* (incorporação de ar) e estabilidade de armazenamento. Nesse contexto, a substituição parcial de ingredientes tradicionais por alternativas mais saudáveis ou funcionais exige um balanço cuidadoso para não comprometer as características sensoriais e físico-químicas esperadas pelo consumidor.

A cada ano, as indústrias do ramo de sorvetes vêm inovando cada vez mais na produção, colocando entre as suas metas a utilização de produtos mais saudáveis e que proporcionem inovação aos seus produtos, como por exemplo a biomassa que por ter características que beneficiam a estrutura do sorvete, além de agregar o um valor nutricional a mais ao produto (OLIVEIRA *et al*, 2020).

A escolha do sabor chocolate para a elaboração dos sorvetes funcionais com biomassa de banana verde se dá devido à sua ampla aceitação entre os consumidores brasileiros, além de ser um dos sabores mais consumidos no mercado nacional de sorvetes, sobremesas e produtos lácteos (SILVA *et al.*, 2018). A presença do chocolate favorece a mascaramento de sabores adstringentes e característicos da biomassa, permitindo sua inserção em formulações alimentares sem comprometer a aceitação sensorial do produto final (SANTOS *et al.*, 2017). Trata-se de uma estratégia comum na indústria alimentícia, onde ingredientes funcionais de sabor neutro ou pouco atrativo são incorporados a matrizes alimentares de elevada aceitação, como o chocolate, visando ampliar a adesão do consumidor a alimentos mais saudáveis (MORAES *et al.*, 2022).

Sua adição em alimentos à base de chocolate tem se mostrado uma alternativa viável, uma vez que além de melhorar o perfil nutricional, também pode atuar como agente espessante natural, contribuindo para a textura e estrutura do produto (OLIVEIRA *et al.*, 2020). Estudos apontam que a incorporação da biomassa a produtos como mousses, bolos e sorvetes de chocolate permite o desenvolvimento de produtos com menor valor energético e maior teor de fibras, sem alterações significativas em parâmetros físico-químicos ou sensoriais (BARBOSA, 2018).

Trabalhos recentes têm avaliado a aplicação da biomassa de banana verde em formulações com chocolate, com resultados promissores tanto do ponto de vista tecnológico quanto sensorial. Segundo Paiva *et al.* (2021), a substituição parcial de ingredientes convencionais por biomassa em mousse de chocolate não afetou negativamente a cor, o sabor ou a textura, sendo bem aceita por consumidores. Da mesma forma, Silva *et al.* (2017), ao desenvolverem um sorvete com adição de biomassa de banana verde, relataram boa aceitação sensorial, principalmente na formulação com sabor chocolate, devido à sinergia entre os compostos do cacau e a textura cremosa conferida pela biomassa. Estes resultados demonstram o potencial de integração entre ingredientes funcionais e produtos com apelo indulgente.

Além de seus aspectos sensoriais e tecnológicos, a combinação entre biomassa de banana verde e chocolate atende às atuais demandas de mercado por alimentos com alegações funcionais, com foco em saúde digestiva, controle de peso e redução de açúcar e gordura (MORAES *et al.*, 2022). A matriz do chocolate permite a incorporação da biomassa sem alterações drásticas em seu perfil sensorial, atuando como veículo eficaz para a inserção de ingredientes com elevado valor nutricional. Dessa forma, o desenvolvimento de sorvetes de chocolate com biomassa de banana verde configura-se como uma estratégia promissora

para o setor de alimentos funcionais, integrando atributos nutricionais e sensoriais de forma harmoniosa (PAIVA et al., 2021).

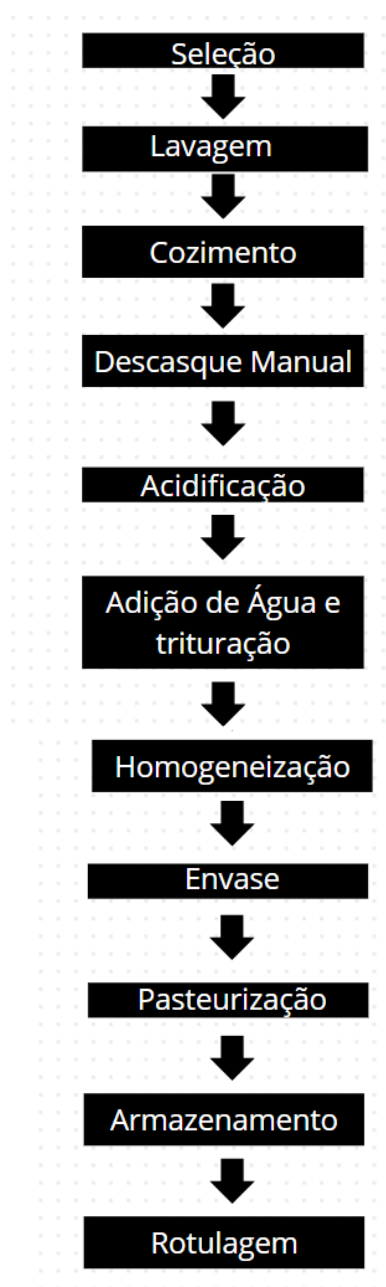
### **3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DA BIOMASSA E DO SORVETE**

A seguir serão descritos os procedimentos necessários para a produção das 3 formulações de biomassa de banana verde (Prata, Nanica e da Terra) e da produção de sorvete. A biomassa passará pelo processo de pasteurização, a fim de realizar a descontaminação e eliminação de possíveis microrganismos contaminantes que possam estar presentes. A banana verde, será inicialmente submetida ao procedimento de cozimento em panela de pressão, descascamento, trituração, homogeneização e armazenamento em potes adequados antes de serem levados para a pasteurização. A figura 1 apresenta o fluxograma de produção da biomassa.

#### **3.1 Fluxograma de produção da biomassa**

O fluxograma produtivo da biomassa da banana está apresentado na figura 1.

**Figura 1-** Fluxograma de produção de biomassa.



Fonte: Adaptado de SENA *et al.*,( 2020.)

### 3.2 Seleção dos ingredientes

As variedades de banana nanica, prata e da terra são adquiridas na unidade de abastecimento do RN (CEASA) localizada na Av. Mor gouveia, Lagoa Nova. A escolha dessa unidade fornecedora se dá devido à alta quantidade de produtos fornecidos

diariamente, o que facilita a aquisição do material ainda no estágio de maturação adequado para sua utilização no processamento de biomassa.

### 3.2 Sanitização

Após a seleção dos frutos, deve ser realizada a sanitização e pesagem das bananas, a fim de ser possível realizar o cálculo de rendimento total da biomassa produzida. A sanitização se inicia com a lavagem dos frutos em água corrente, para evitar o acúmulo de matéria orgânica durante o processamento. Logo em seguida, as frutas foram mergulhadas em uma solução de água clorada a 50 ppm, onde ficarão submersos por 15 minutos, com o intuito de reduzir a carga microbiana (OFICINA DE ARTE CULINÁRIA, 2024).

### 3.3 Cocção

A cocção dos frutos ocorre em panelas de pressão (Figura 2) industrial com capacidade para 40 litros, a fim de otimizar o processo e garantir a devida cocção. Para cada quilo de banana são adicionados 3,2 litros de água, sendo mantido por 5 minutos na pressão após o início da fervura da água (OFICINA DE ARTE CULINÁRIA, 2024).

**Figura 2-** Panela de pressão industrial.



Fonte: MADE-IN-CHINA, 2025.

### 3.4 Descascamento, acidificação e trituração

As bananas cozidas são descascadas ainda quentes, uma vez que caso as bananas cheguem a esfriar pode ocorrer o endurecimento dos frutos, o que dificultaria o processo de trituração posterior (SENA *et al*, 2020). As bananas devem ser novamente pesadas, e logo

em seguida levadas ao liquidificador industrial (Figura 2), junto de 40% da água utilizada na cocção misturada de 0,46% de ácido cítrico previamente diluído, com o objetivo de acidificar até o pH de 4,0 a 4,2 (OFICINA DE ARTE CULINÁRIA, 2024). A mistura deve ser homogeneizada até ocorrer a formação de uma pasta.

**Figura 3-** Liquidificador industrial.



**Fonte:** Metvisa, 2024.

### **3.5 Pasteurização**

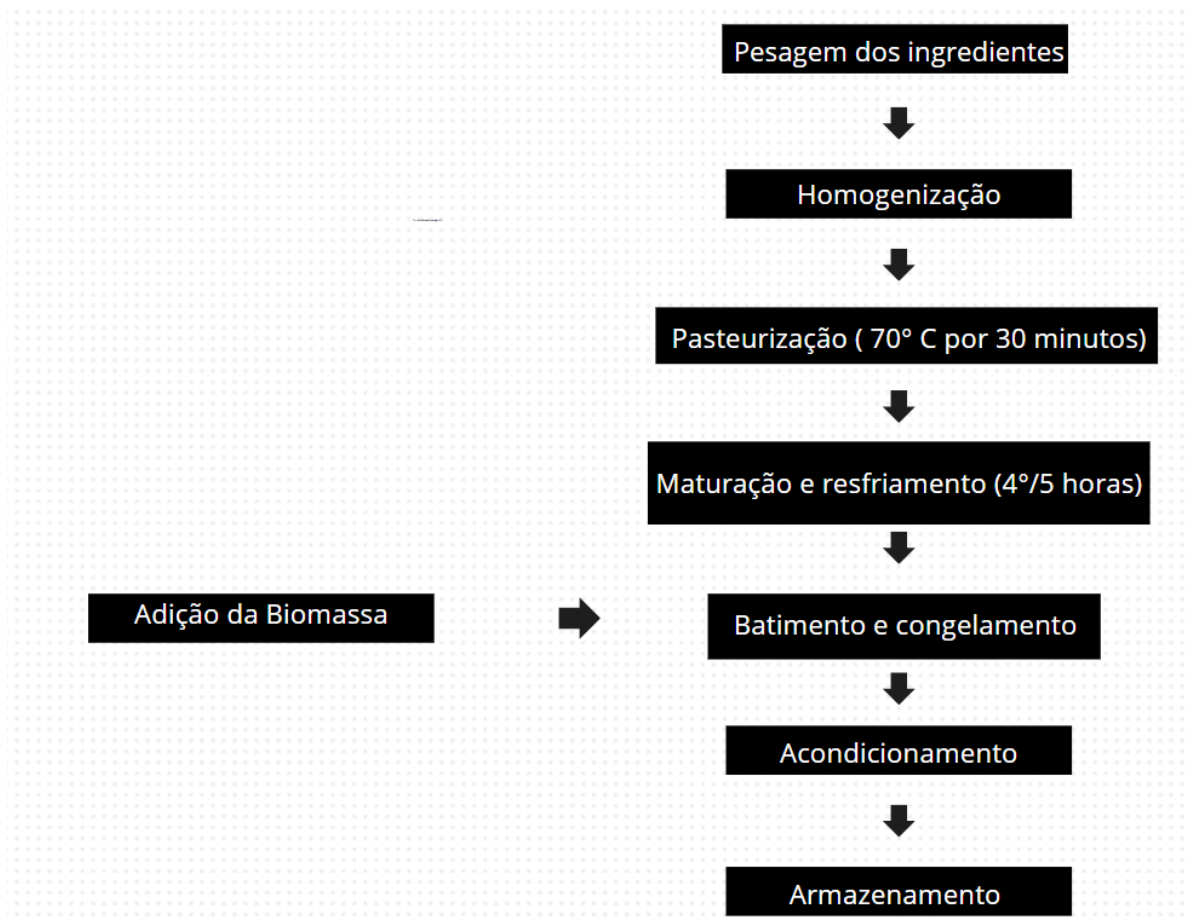
A pasta obtida deve ser armazenada em potes de vidro previamente esterilizados, para logo em seguida serem levados à exaustão em banho-maria até se atingir a temperatura de 85° C. Os recipientes são fechados e cobertos de água na temperatura de 100° C por 30 minutos. Ao fim desse processo os potes são deixados descansando por 24 horas na temperatura entre 20 °C e 25° C. Ao fim desse processo os potes são levados para refrigeração a 4 °C até a sua utilização (PROSPERO *et al*, 2015).

### **3.6 Fluxograma de produção do sorvete**

A figura 4 representa o fluxograma utilizado para a produção dos sorvetes de chocolate adicionados de biomassa. O processo deve ocorrer em 7 fases, sendo elas a

pesagem dos ingredientes, a homogeneização dos ingredientes (com exceção da biomassa), a pasteurização, maturação e resfriamento, o batimento do creme formado junto da biomassa, o acondicionamento, e por fim, o armazenamento.

**Figura 4-** Fluxograma de produção do sorvete.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2024).

### 3.7 Pesagem dos ingredientes

Os ingredientes são devidamente separados e pesados (Figura 5) para garantir o fluxo do processamento de forma contínua e organizada.

**Figura 5-** Balança industrial.



Fonte: Mercado Livre, 2024.

### 3.8 Homogeneização dos ingredientes

Após a pesagem dos ingredientes, ocorre a mistura e homogeneização (Figura 6). Essa etapa é de suma importância nas características finais do sorvete, já que cada ingrediente possui densidade, estado físico, granulometria e grau de solubilidade distintos (CORREIA *et al*, 2022). Portanto, deve ocorrer primeiro a mistura dos ingredientes líquidos (leite, glucose, creme culinário e emulsificante) e depois os ingredientes secos (leite em pó, açúcar, liga neutra, cacau em pó e substituto de gordura)..

**Figura 6-** Homogeneizador industrial.

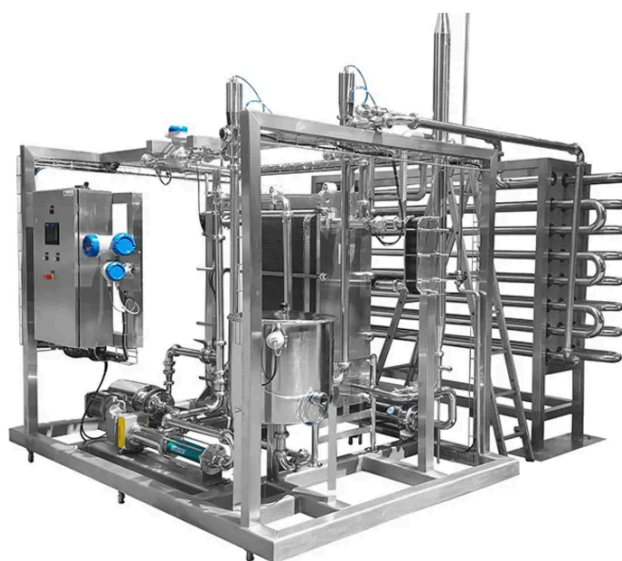


Fonte: Technogel, 2024.

### 3.9 Pasteurização

A calda, após ser homogeneizada, é levada para o pasteurizador (Figura 7), onde irá acontecer a eliminação de possíveis contaminantes e a inativação de enzimas conhecidas por alterar o sabor, o aroma e a textura do produto final. Outro benefício desse processo é o melhoramento da solubilidade das proteínas e dos estabilizantes, melhorando as características naturais do produto (MARQUES; ANTUNES; GAMA, 2017).

**Figura 7-** Pasteurizador a placas.



Fonte: Dantherm, 2024.

Seguindo o estabelecido na RDC 267, de 27 de setembro de 2003, que regulamenta as **Boas Práticas de Fabricação (BPF) para estabelecimentos industrializadores de gelados comestíveis**, a pasteurização pode ocorrer em processo contínuo a 80 °C por 25 segundos em pasteurizador com trocadores de calor em placas de aço inoxidável ou batelada a 70 °C por 30 minutos.

### 3.10 Maturação e resfriamento

Soler (2001) explica que a etapa de maturação é crucial para que ocorram mudanças benéficas no produto final como a solidificação da gordura, o aumento da resistência ao derretimento, mudanças e melhorias na textura do produto e também a melhoria durante o processo de incorporação de ar na mistura final. No tanque resfriador (Figura 8) a mistura deve ser então armazenada em temperatura de 0 a 4°C por um período de 4 a 12 horas, sob agitação constante.

**Figura 8-** Tanque resfriador



Fonte: Finamac, 2024.

### 3.11 Batimento da calda e incorporação da biomassa

Um dos principais fatores que são considerados durante a produção de sorvetes é a aeração da calda durante o processo de congelamento, que resultará na melhoria da textura final do produto, além de ser crucial no rendimento final da calda (GALLINA et al., 2013).

Essa incorporação de ar recebe o nome de *overrun*, e é crucial para atingir as qualidades sensoriais características do sorvete, bem como, garantir sua estabilidade quanto ao derretimento. Sendo assim um *overrun* adequado garante cremosidade, estabilidade e rendimento maiores para a produção (GUILHERME et al., 2015).

Após o período de maturação, a calda foi transferida para a produtora contínua, onde foi submetida ao processo de batimento, com o objetivo de promover a aeração do produto. Nessa etapa, deve ser realizada a adição da biomassa de banana verde na proporção de 10% (p/p), conforme sugerido por Moraes et al. (2022). A incorporação deve ocorrer de forma gradual, com a biomassa previamente homogeneizada e resfriada, a fim de garantir a uniformidade da mistura e evitar formação de grumos. O tempo de batimento médio é de 15 minutos, até a formação de uma massa cremosa, estável e com boa incorporação de ar, fundamental para a textura final do sorvete (SILVA et al., 2022).

### **3.12 Acondicionamento**

Finalizado o batimento, o sorvete deve ser imediatamente acondicionado em potes de polipropileno de 1 litro. Os potes são preenchidos até 90% da capacidade total, evitando espaços excessivos de ar e facilitando a conservação do produto durante o armazenamento. Cada pote deve ser devidamente rotulado com a variedade de biomassa utilizada e data de processamento, assegurando o controle por lote e rastreabilidade do produto.

### **3.13 Congelamento e armazenamento**

Logo após o envase, os potes são levados a um ultracongelador a uma temperatura de  $-35^{\circ}\text{C}$  por um período de 2 horas, garantindo o congelamento rápido da matriz e a formação de cristais de gelo de menor tamanho, o que contribui diretamente para a maciez e estabilidade do produto (OLIVEIRA et al., 2020). Após o congelamento inicial, os sorvetes são transferidos para um freezer horizontal a  $-18^{\circ}\text{C}$  (temperatura adequada para conservação) e posteriormente levados para a realização das análises físico-químicas e sensoriais. Todo o processo deve ser conduzido de acordo com as Boas Práticas de Fabricação (BPF) descritas pela ANVISA, respeitando os critérios de higiene, controle de temperatura e acondicionamento do produto (BRASIL, 2003).

#### 4 BALANÇO DE MASSA

O balanço de massa é uma ferramenta essencial para o desenvolvimento de formulações na indústria de alimentos, sendo especialmente relevante na padronização de produtos e na garantia de que os parâmetros físico-químicos atendam às exigências legais e tecnológicas. No presente trabalho, foi elaborado o balanço de massa da calda base do sorvete de chocolate com biomassa de banana verde, com o objetivo de ajustá-la para que atendesse à classificação de "sorvete tipo A", conforme definido pela cartilha do SEBRAE (2011). Segundo a referida cartilha, o sorvete tipo A deve conter no mínimo 8% de gordura total e 2,5% de proteína, além de apresentar ao menos 36% de sólidos totais, enquanto o tipo B apresenta menor teor desses nutrientes, com pelo menos 1% de proteína e 2% de gordura. Já o sorbet é isento de ingredientes lácteos, sendo composto basicamente por água, açúcar e polpa de fruta..

Para isso, a biomassa foi desconsiderada nesta etapa, sendo incorporada apenas nos balanços por componente. A calda base, portanto, corresponde a 900 kg da batelada total de 1000 kg, sendo os 100 kg restantes compostos exclusivamente pela biomassa de banana verde.

A seguir, utilizou-se o princípio do balanço de massa, o qual se baseia na seguinte equação geral 1:

$$\sum \textit{Entrada} = \sum \textit{Saída}$$

**Equação 1-** Equação geral do balanço de massa.

No caso do balanço de massa global da calda, considera-se que não há geração nem consumo de massa, e não há acúmulo, uma vez que se trata de uma mistura em estado estacionário (Equação 2):

$$\sum m_{\textit{entrada}} = m_{\textit{saída}}$$

**Equação 2-** balanço de massa em regime permanente.

Assumindo que as únicas saídas irreversíveis ocorrem por perdas no processamento, como evaporação na pasteurização e perdas de material nas operações mecânicas (descascamento, trituração e homogeneização), considera-se um rendimento global médio de 85% na produção de biomassa e 95% na etapa de sorvete (FELLOWS, 2006; GOFF 2013; HARTEL, 2013; GARCÍA et al, 2018)

Tomando como exemplo o uso de 100 kg de banana verde *in natura* por batelada para produção da biomassa, e considerando as perdas esperadas na cocção, descascamento e homogeneização (umidade e resíduos), estima-se o rendimento médio de produção da

$$M_{\text{biomassa}} = M_{\text{banana}} \cdot R_{\text{bio}}$$

biomassa conforme a Equação 3:

**Equação 3-** Equação de rendimento da biomassa

Em que:

- $M_{\text{biomassa}}$ = massa da biomassa produzida (kg);
- $M_{\text{banana}}$ = massa de banana verde *in natura* (kg);
- $R_{\text{bio}}$ =0,85= rendimento médio da etapa de biomassa (85%).

Dessa forma:

$$M_{\text{biomassa}} = 100 \cdot 0,85 = 85 \text{kg}$$

A etapa de produção do sorvete considera uma calda base de 900 kg e a adição de biomassa (100 kg, *in natura*), que após as perdas anteriores se resume a 85 kg efetivos. No entanto, o processo de batimento, envase e congelamento também envolvem perdas por aderência e evaporação, estimadas em 5%, conforme a equação 4:

$$M_{\text{final}} = (M_{\text{calda}} + M_{\text{biomassa}}) \cdot R_{\text{sorv}}$$

**Equação 4-** equação de rendimento do sorvete.

Onde:

- $M_{\text{final}}$ = massa do sorvete pronto (kg);

- $M_{calda}=900M=$ : massa da calda base (kg);
- $M_{biomassa}=85M=$  massa da biomassa incorporada (kg);
- $R_{serv}=0,95=$  rendimento da etapa de sorvete.

Dessa forma:

$$M_{final}=(900+85)*0,95=985*0,95=935,75$$

O balanço geral de entradas e saídas pode ser expresso pelas Equações 5 e 6:

$$M_{entrada} = M_{banana} + M_{ingredientes}$$

**Equação 5-** Balanço geral de entrada.

$$M_{saída} = M_{final} + M_{perdas}$$

**Equação 6-** Balanço geral de saída.

Onde:

$$M_{final}= M_{banana}(100kg)+M_{ingredientes}(900kg)$$

$$M_{final}= 900kg$$

$$M_{saída}=M_{final}(935,75kg)+M_{perdas}(64,25kg)$$

$$M_{saída}= 1000kg$$

Balanço de massa global demonstra que o processo apresentou um rendimento total de aproximadamente 93,6%, com perdas compatíveis com as médias industriais observadas para produtos termicamente processados (Gallina et al., 2013; Marques et al., 2017). A recuperação eficiente da biomassa e sua incorporação funcional no sorvete mostram-se vantajosas não apenas sob o ponto de vista nutricional, mas também tecnológico e econômico.

Além disso, esse controle quantitativo permite maior precisão na formulação, na rotulagem nutricional e na padronização da qualidade, sendo uma etapa indispensável na

viabilização industrial de produtos alimentícios funcionais, como argumentam Oliveira et al. (2020) e Fernandes et al. (2021).

Para o cálculo de cada componente da formulação (carboidratos, proteínas, lipídios e fibras), foi utilizada a Equação 7:

$$\%Componente = \frac{\sum(m_i \cdot C_i)}{m_{total}} \cdot 100$$

**Equação 7-** cálculo de porcentagem de um componente na calda de sorvete.

Em que:

$m_i$  = massa do ingrediente  $i$  (kg)

$C_i$  = concentração do componente no ingrediente  $i$  (% em base úmida)

$M_{total}$  = massa total da calda (kg)

O balanceamento da calda se baseou nos parâmetros preestabelecidos pela cartilha do SEBRAE (2011), ajustando os percentuais de cada ingrediente da Tabela 1 até que os teores de gordura, proteínas e sólidos totais atendam aos critérios. Na tabela 1 está apresentada a formulação final ajustada da calda base:

**Tabela 01:** Lista de ingredientes e informações nutricionais.

Ingrediente	Quantidade (kg)	Gordura (%)	Proteína (%)	Carboidrato (%)	Fibras (%)	Umidade (%)
Leite (líquido)	400	3,3	3,3	4,9	0	87,5
Leite em pó integral	95	26,9	25,4	39,2	0	3
Açúcar	135	0	0	99,8	0	0
Glucose de milho	100	0	0,3	95	0	4,6
Liga neutra	6,5	0	0	80	10	10
Cacau em pó	70	11,7	19,6	58,3	29,8	5
Emulsificante	5,5	98	1	0	0	2
Creme culinário	75	20	2	3	0	74
Substituto de gordura	13	99	0	0	0	1
<b>Total da calda</b>	<b>900</b>					

\*Valores médios com base na TACO (2011) e informações técnicas de fornecedores.

A seguir, foram realizados os cálculos dos teores de cada componente:

cálculo total de lipídios a partir da Equação 7 :

$$L = ((400 \times 3,3) + (95 \times 26,9) + (70 \times 11,7) + (5,5 \times 98) + (75 \times 20) + (13 \times 99)) / 900 = 8019,5 / 900 \approx 8,91\%$$

cálculo total de proteína a partir da Equação 7:

$$P = 900(400 \times 3,3) + (95 \times 25,4) + (100 \times 0,3) + (70 \times 19,6) + (75 \times 2) + (5,5 \times 1)) / 900 = 5294,5 / 900 \approx 5,88\%$$

cálculo total de carboidratos a partir da Equação 7:

$$CH = ((400 \times 4,9) + (95 \times 39,2) + (135 \times 99,8) + (100 \times 95) + (6,5 \times 80) + (70 \times 58,3) + (75 \times 3)) / 900 = 33420 / 900 \approx 37,20\%$$

cálculo total de sólidos totais a partir da Equação 7:

$$ST = ((400 \times 12,5) + (95 \times 97) + (135 \times 100) + (100 \times 95,4) + (6,5 \times 90) + (70 \times 95) + (5,5 \times 98) + (75 \times 26) + (13 \times 99)) / 900 = 48267 / 900 \approx 53,63\%$$

cálculo total de fibras a partir da Equação 7:

$$F = ((6,5 \times 10) + (70 \times 29,8)) / 900 = 2150 / 900 \approx 2,39\%$$

Cálculo dos sólidos solúveis totais: Como a fibra alimentar representa a fração insolúvel dos sólidos, os sólidos solúveis podem ser estimados por diferença:

$$SS = ST - F = 53,63\% - 2,39\% = 51,24\%$$

Com isso, a formulação da calda base apresenta 8,91% de gordura, 5,88% de proteína e 53,63% de sólidos totais, valores que demonstram ótima composição nutricional. A calda atende plenamente aos critérios definidos pela cartilha do SEBRAE (2011) para classificação como sorvete tipo A, superando inclusive os valores mínimos exigidos para gordura ( $\geq 8\%$ ) e proteína ( $\geq 2,5\%$ ). A fração de sólidos solúveis é elevada (51,24%), o que favorece a textura e estabilidade do produto final.

Posteriormente, procede-se a adição da calda base, na quantidade de 100 kg de biomassa de banana verde, gerando 3 formulações. Na sequência será verificado separadamente, o quanto a biomassa deve influenciar na composição final do produto.

#### 4.1 Balanço de massa por componente: banana nanica

Nesta etapa, avaliou-se a influência da incorporação de 100 kg de biomassa de banana verde da variedade nanica sobre a composição final da formulação do sorvete, composta por 900 kg da calda base. A banana nanica é caracterizada por elevados teores de amido resistente e fibras alimentares insolúveis, com reconhecido potencial funcional (CHAGAS, 2017).

A composição centesimal da biomassa utilizada foi: 14,20% de carboidratos, 1,30% de proteínas, 0,20% de lipídios e 4,19% de fibras, todos expressos em base úmida. A calda base, já previamente formulada, continha 37,20% de carboidratos, 5,88% de proteínas, 8,91% de lipídios e 2,39% de fibras. O cálculo do balanço de massa por componente foi realizado pela equação 8:

$$C_{\text{final}} = \frac{m_{\text{base}} \cdot C_{\text{base}} + m_{\text{bio}} \cdot C_{\text{bio}}}{m_{\text{total}}}$$

**Equação 8-** cálculo de concentração final de cada componente.

onde:

- Mbase= massa da case
- Mbio= massa da biomassa
- mtotal= massa da bse + massa da biomassa
- Cbase= concentração do componente na base
- Cbio= concentração na biomassa
- CFinal= concentração final no componente

Os resultados obtidos são:

#### **Carboidratos:**

$$CCH = ((900 \cdot 43,84) + (100 \cdot 14,20)) / 1000 = 40,88\%$$

**Proteínas:**

$$CP = ((900 \cdot 3,02) + (100 \cdot 1,30)) / 1000 = 2,89\%$$

**Lipídios Totais:**

$$CL = ((900 \cdot 8,22) + (100 \cdot 0,20)) / 1000 = 7,42\%$$

**Fibras Alimentares:**

$$CF = (900 \cdot 3,10) + (100 \cdot 4,19) / 1000 = 3,21\%$$

A formulação final apresentou aumento no teor de fibras (+0,11%), em comparação à calda base, confirmando o potencial prebiótico da biomassa da banana nanica. Contudo, observou-se leve diluição nos teores de proteína e lipídios, o que é coerente com a baixa densidade desses nutrientes na biomassa. Ainda assim, a formulação atende aos critérios legais para sorvetes tipo A e apresenta ganho funcional considerável, especialmente em relação ao teor de fibras.

**4.2 Balanço de massa por componente: banana prata**

A biomassa de banana prata foi incorporada à calda base com o mesmo critério de proporção (100 kg de biomassa para 900 kg de calda), objetivando avaliar os impactos específicos dessa variedade, tradicionalmente valorizada por sua leveza sensorial e menor teor de taninos. A composição centesimal da biomassa foi: 14,80% de carboidratos, 1,30% de proteínas, 0,20% de lipídios e 2,40% de fibras (base úmida).

Com base na equação 4 pode-se encontrar os seguintes resultados:

**Carboidratos:**

$$CCH = ((900 \cdot 43,84) + (100 \cdot 14,80)) / 1000 = 40,94\%$$

**Proteínas:**

$$CP = ((900 \cdot 3,02) + (100 \cdot 1,30)) / 1000 = 2,89\%$$

**Lipídios Totais:**

$$CL = ((900 \cdot 8,22) + (100 \cdot 0,20)) / 1000 = 7,42\%$$

**Fibras Alimentares:**

$$CF = ((900 \cdot 3,10) + (100 \cdot 2,40)) / 1000 = 3,03\%$$

A inclusão da biomassa de banana prata resultou em uma formulação com perfil sensorial e nutricional equilibrado, apresentando um leve incremento nos carboidratos (+0,10%) e discreta redução no teor de fibras (-0,07%) quando comparada à formulação com banana nanica. As proteínas e lipídios se mantiveram em níveis praticamente inalterados. Esta biomassa representa, portanto, uma alternativa viável para enriquecer o produto sem comprometer suas propriedades tecnológicas, favorecendo uma textura suave e sabor neutro.

**4.3 Balanço de massa por componente: banana da terra**

A variedade da terra, notoriamente rica em amido é amplamente utilizada em preparações culinárias devido à sua textura densa, também foi testada como insumo funcional. Sua biomassa apresentou: 21,06% de carboidratos, 0,81% de proteínas, 0,13% de lipídios e 2,55% de fibras. Este perfil confere maior densidade energética, mas menor valor proteico.

Seguindo a mesma metodologia de balanço de massa, foram obtidos os seguintes valores para a formulação final:

**Carboidratos:**

$$CCH = ((900 \cdot 43,84) + (100 \cdot 21,06)) / 1000 = 41,56\%$$

**Proteínas:**

$$CP = ((900 \cdot 3,02) + (100 \cdot 0,81)) / 1000 = 2,80\%$$

**Lipídios Totais:**

$$CL = ((900 \cdot 8,22) + (100 \cdot 0,13)) / 1000 = 7,41\%$$

**Fibras Alimentares:**

$$CF = ((900 \cdot 3,10) + (100 \cdot 2,55)) / 1000 = 3,04\%$$

Essa formulação destacou-se pelo maior teor de carboidratos entre todas as variações, atribuído ao elevado teor de amido da biomassa da terra. Por outro lado, a redução nos teores proteicos e lipídicos foi mais expressiva, o que pode impactar a cremosidade e estabilidade do produto. Apesar disso, a formulação permaneceu dentro dos limites regulamentares, e a leve elevação no teor de fibras (+0,04%) ainda representa um benefício nutricional adicional.

## 5 CÁLCULO DA COMPOSIÇÃO DE NUTRIENTES DA BIOMASSA E DO SORVETE

Para calcular o valor energético (calorias) de cada biomassa de banana verde utilizada nas formulações, aplicou-se a Equação 9, com base nos fatores de conversão de macronutrientes definidos pela TACO (2011) e adotados pela ANVISA (BRASIL, 2020) por meio da Resolução RDC nº 429/2020 e da Instrução Normativa nº 75/2020. Os dados de composição centesimal (carboidratos, proteínas e lipídios) de cada biomassa foram obtidos por meio de análises físico-químicas realizadas no laboratório de análises da empresa Nordeste Fruit, seguindo os procedimentos descritos no Instituto Adolfo Lutz (2008)

**Equação 9-** Cálculo de valor energético.

$$E = (P \cdot 4) + (CH \cdot 4) + (L \cdot 9)$$

Onde:

- E: valor energético (kcal/100g);
- P: teor de proteínas (%);
- CH: teor de carboidratos (%);

- L: teor de lipídios (%);
- Fatores de conversão:
  - Proteínas = 4 kcal/g
  - Carboidratos = 4 kcal/g
  
  - Lipídios = 9 kcal/g

### 5.1 Biomassa de banana nanica

- Carboidratos: 14,20%
  
- Proteínas: 1,30%
  
- Lipídios: 0,20%

Dessa forma utilizando a equação 9:

$$E=(1,3*4)+(14,20*4)+(0,20*9)$$

$$E=5,2+56,8+1,8$$

$$E=63,8\text{Kcal}/100\text{g}$$

### 5.2 Biomassa de banana prata

- Carboidratos: 14,80%
  
- Proteínas: 1,30%
  
- Lipídios: 0,20%

Com a equação 9 tem-se:

$$E=(1,3*4)+(14,8*4)+(0,2*9)$$

$$E=5,2+59,2+1,8$$

$$E=66,2\text{Kcal}/100\text{g}$$

### 5.3 Biomassa banana da terra

- Carboidratos: 21,06%
- Proteínas: 0,81%
- Lipídios: 0,13%

Dessa forma:

$$E=(0,81*4)+(21,06*4)+(0,13*9)$$

$$E=3,24+84,24+1,17$$

$$E=88,65\text{Kcal}/100\text{g}$$

Os cálculos mostram que a biomassa de banana da terra apresenta o maior valor calórico devido ao elevado teor de carboidratos, sendo potencialmente mais adequada para produtos com maior densidade energética. Por outro lado, a biomassa de banana nanica oferece menor valor energético e maior teor de fibras (cf. Seção 7.1), o que a torna ideal para formulações funcionais de baixo valor calórico.

Esses dados são fundamentais tanto para o desenvolvimento do rótulo nutricional quanto para decisões tecnológicas e mercadológicas do produto final, em conformidade com as diretrizes da RDC nº 429/2020 da ANVISA e com os padrões da TACO (2011).

Seguindo o mesmo princípio utilizado para se calcular os valores nutricionais das biomassas e da base, foram aplicadas as equações 4 e 9 para se obter os valores nutricionais finais de cada sorvete.

### 5.4 Sorvete biomassa de banana nanica

Composição da biomassa:

- Carboidratos: 14,20%

- Proteínas: 1,30%
- Lipídios: 0,20%
- Fibras: 4,19%

Cálculos:

Carboidratos:

$$CCH = (((900 \cdot 37,20) + (100 \cdot 14,20)) / 1000) = 34,90\%$$

Proteínas:

$$CP = ((900 \times 5,88) + (100 \times 1,30)) / 1000 = 5,42\%$$

Lipídios:

$$CL = ((900 \times 8,91) + (100 \times 0,20)) / 1000 = 8,04\%$$

Fibras:

$$CF = ((900 \times 2,39) + (100 \times 4,19)) / 1000 = 2,57\%$$

Valor energético:

$$E = (5,42 \times 4) + (34,90 \times 4) + (8,04 \times 9) = 233,64 \text{ kcal/100g}$$

### **5.5 Sorvete com Biomassa de Banana Prata**

Composição da biomassa (base úmida):

- Carboidratos: 14,80%
- Proteínas: 1,30%
- Lipídios: 0,20%

- Fibras: 2,40%

Cálculos detalhados

Carboidratos:

$$CCH = ((900 \times 37,20) + (100 \times 14,80)) / 1000 = 34,96\%$$

Proteínas:

$$CP = ((900 \times 5,88) + (100 \times 1,30)) / 1000 = 5,42\%$$

Lipídios:

$$CL = ((900 \cdot 8,91) + (100 \cdot 0,20)) / 1000 = 8,04\%$$

Fibras:

$$CF = ((900 \cdot 2,39) + (100 \cdot 2,40)) / 1000 = 2,39\%$$

Cálculo do valor energético

$$E = (5,42 \cdot 4) + (34,96 \cdot 4) + (8,04 \cdot 9) = 233,88 \text{ kcal/100g}$$

## 5.6 Sorvete com Biomassa de Banana da Terra

Composição da biomassa:

- Carboidratos: 21,06%
- Proteínas: 0,81%
- Lipídios: 0,13%
- Fibras: 2,55%

Cálculos:

Carboidratos:

$$CCH = ((900 \times 43,84) + (100 \times 21,06)) / 1000 = 41,56\%$$

Proteínas:

$$CP = ((900 \cdot 5,88) + (100 \cdot 0,81)) / 1000 = 5,37\%$$

Lipídios:

$$CL = ((900 \cdot 8,91) + (100 \cdot 0,13)) / 1000 = 8,03\%$$

Fibras:

$$CF = ((900 \cdot 2,39) + (100 \cdot 2,55)) / 1000 = 2,41\%$$

Valor energético:

$$E = (5,37 \cdot 4) + (35,59 \cdot 4) + (8,03 \cdot 9) = 236,11 \text{ kcal/100g}$$

### **5.7 Comparação da Composição Centesimal das Biomassas de Banana Verde**

A formulação do sorvete contendo biomassa de banana nanica apresentou o menor valor energético entre as três variedades, totalizando 233,64 kcal/100g, além de manter teores elevados de fibras (2,57%) e bom conteúdo proteico (5,42%). Esses resultados podem ser atribuídos à menor concentração de carboidratos da biomassa nanica, associada a um teor relativamente superior de fibras alimentares insolúveis. Essa característica torna a formulação com banana nanica particularmente interessante do ponto de vista funcional, sendo indicada para consumidores que buscam produtos com menor valor calórico e benefícios relacionados à saúde intestinal.

Por sua vez, a formulação contendo biomassa de banana prata apresentou perfil nutricional semelhante ao da variedade nanica, com valor energético de 233,88 kcal/100g. No entanto, observou-se uma leve redução no teor de fibras (2,39%), o que pode ser explicado pela menor concentração de fibras presentes na biomassa desta variedade. Em contrapartida, a banana prata conferiu estabilidade e neutralidade sensorial à formulação, sendo uma alternativa tecnológica viável para aplicações em produtos com maior exigência

de textura suave e sabor leve. Assim, destaca-se como uma opção equilibrada entre valor nutricional e aceitação sensorial.

Já a formulação com biomassa de banana da terra apresentou o maior valor energético entre as três (236,11 kcal/100g), o que está diretamente relacionado ao maior teor de carboidratos (41,56%) proveniente da biomassa utilizada. Embora tenha registrado um leve incremento no teor de fibras (2,41%) em relação à variedade prata, observou-se redução no teor proteico final (5,37%), além de um pequeno decréscimo no conteúdo lipídico. Essas características indicam que o sorvete com banana da terra possui maior densidade energética, sendo mais indicado para públicos com demandas calóricas elevadas, como crianças, atletas ou pessoas com necessidades nutricionais específicas.

De maneira geral, todas as formulações atenderam aos critérios exigidos para sorvetes tipo A quanto ao teor de proteína e gordura, conforme estabelecido pela cartilha do SEBRAE (2011). Entretanto, cada variedade de banana verde incorporada ao produto final proporcionou características nutricionais distintas, demonstrando que a escolha da biomassa pode ser ajustada conforme o público-alvo ou os objetivos funcionais do produto. Dessa forma, a utilização das três variedades permite flexibilidade tecnológica e diferenciação comercial com base nos perfis nutricionais alcançados.

## **6 BALANÇO DE ENERGIA DO PASTEURIZADOR**

Dentre os diversos equipamentos envolvidos no processo de produção do sorvete com biomassa de banana verde, optou-se por realizar o balanço de energia final no pasteurizador de placas. Essa escolha foi fundamentada tanto pela relevância térmica desse equipamento — por ser responsável pelo maior consumo contínuo de energia térmica no processo — quanto pela sua função crítica na garantia da estabilidade microbiológica do produto (MILKPOINT, 2023). Diferente de equipamentos mecânicos ou de resfriamento, o pasteurizador de placas eleva rapidamente a temperatura da calda-base a cerca de 80 °C em poucos segundos, assegurando a eliminação de microrganismos patogênicos e preservando as características sensoriais e nutricionais (ALPHAGEL, 2021). Ademais, esse tipo de trocador de calor atinge alta eficiência térmica — com até 90% de recuperação de calor por meio da seção regenerativa — otimizando o consumo de vapor e energia elétrica no processo contínuo (AGRICULTURE.INSTITUTE, 2025; MILKPOINT, 2023). Portanto,

realizar o cálculo de balanço energético especificamente nessa etapa permite uma análise precisa do consumo térmico global da planta, sendo a base mais confiável para avaliação de eficiência e custos operacionais.

De acordo com o fluxo operacional descrito, após a etapa de homogeneização dos ingredientes líquidos e sólidos da calda base, a mistura é encaminhada ao pasteurizador de placas, equipamento constituído por trocadores de calor em aço inoxidável dispostos em múltiplas placas paralelas, onde o fluido térmico e a calda fluem em contracorrente, promovendo um elevado rendimento térmico. Na etapa em questão, a calda base é submetida a um processo de pasteurização com temperatura de 80 °C por 25 segundos, conforme definido pela RDC nº 267/2003 (BRASIL, 2003). O equipamento utilizado segue o padrão industrial, com potência térmica média de 21 kW e eficiência de recuperação de calor superior a 90%, conforme verificado nos catálogos técnicos de fabricantes como Dantherm (2024) e Finamac (2023).

Para a estimativa da energia térmica necessária na operação, aplicou-se a equação 10 que é conhecida como a equação clássica de calor sensível, representada por:

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T$$

**Equação 10-** Equação clássica de calor sensível.

Sendo:

- Q: quantidade de energia térmica (kJ);
- m=900 kg: massa da calda base a ser aquecida;
- $c_p$ : calor específico médio estimado da calda, considerado como 3,9 kJ/kg·°C, valor compatível com misturas alimentícias compostas por leite, açúcares e proteínas (GOMES et al., 2020);
- $\Delta T=80\text{ °C}-4\text{ °C}=76\text{ °C}$ : variação de temperatura, partindo da temperatura de resfriamento até o patamar de pasteurização.

Substituindo-se os valores na equação, obtém-se:

$$Q=900 \cdot 3,9 \cdot 76=266.760 \text{ kJ}$$

Esse valor corresponde à energia total necessária para elevar a temperatura da calda da temperatura de entrada até a temperatura de pasteurização. Quando convertido para quilowatt-hora (kWh), unidade mais comum nas análises energéticas industriais, tem-se:

$$266.760 \text{ kJ} \div 3.600 = 74,1 \text{ kWh}$$

Contudo, vale destacar que o pasteurizador de placas, por seu modo construtivo e pela troca térmica em contracorrente, opera com elevados níveis de recuperação de calor, muitas vezes superiores a 90%. Assim, apenas uma fração da energia total precisa ser efetivamente fornecida por fontes externas. Considerando uma recuperação de 90%, a energia líquida requerida é de apenas 10% do valor calculado:

$$Q_{\text{liquido}} = 0,10 \cdot 74,0 = 7,4 \text{ kWh}$$

Essa estimativa representa o consumo energético efetivo necessário para a pasteurização da calda de uma única batelada (900 kg), em um processo otimizado com trocadores de calor bem dimensionados.

Complementarmente, é possível avaliar o tempo de operação e a potência do equipamento, estimando o consumo direto durante a produção. Considerando uma potência nominal de 21 kW e tempo efetivo de pasteurização de 5 minutos (ou 0,083 horas), o consumo de energia elétrica direta é calculado por:

$$E_{\text{consumo}} = P \cdot t = 21 \cdot 0,083 \approx 1,75 \text{ kWh}$$

Esse valor é coerente com a energia líquida anteriormente estimada, considerando recuperação térmica. Tais resultados evidenciam que, apesar da alta demanda térmica do processo, a utilização de trocadores de calor de placas reduz consideravelmente o custo energético real, favorecendo tanto a eficiência energética quanto a sustentabilidade do processo como um todo.

Por fim, é importante salientar que os dados aqui estimados referem-se a uma batelada de 900 kg de calda base, desconsiderando a biomassa, que é incorporada posteriormente ao final do processo térmico.

## 7 ANÁLISE ECONÔMICA

A análise econômica tem como objetivo avaliar a viabilidade financeira do processo de produção de sorvete de chocolate com biomassa de banana verde, levando em consideração os custos operacionais, investimentos em equipamentos, mão de obra, matéria-prima e despesas fixas. Além disso, possibilita determinar o custo unitário do produto e estabelecer um preço de venda compatível com o mercado.

### 7.1 Investimento em Equipamentos

Para viabilizar a produção de sorvete de chocolate adicionado de biomassa de banana verde, foi considerado o investimento em equipamentos necessários para o processamento tanto da biomassa quanto do sorvete, conforme descrito no fluxograma produtivo na figura 2. A Tabela 2 apresenta os equipamentos, suas quantidades, valores unitários e valores totais que foram estimado a partir de pesquisa de mercado em sites especializados para a indústria de sorvete(ALPAGEL, 2021; FRIGOMAQ, 2025)

**Tabela 02-** Lista de equipamentos e seus valores.

Equipamento	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Panela de pressão industrial (40L)	1	3.500,00	3.500,00
Liquidificador industrial	1	3.200,00	3.200,00
Pasteurizador a placas	1	18.000,00	18.000,00
Homogeneizador industrial	1	12.000,00	12.000,00
Tanque resfriador	1	10.000,00	10.000,00
Produtora de sorvete contínua	1	26.000,00	26.000,00
Ultracongelador (-35°C)	1	15.000,00	15.000,00
Freezer horizontal (-18°C)	1	5.000,00	5.000,00
Balança industrial (até 300 kg)	1	2.500,00	2.500,00
Utensílios e mesas inox	-	3.000,00	3.000,00
<b>Total estimado</b>			<b>98.200,00</b>

**Fonte:** Elaborado pelo autor

O valor total do investimento inicial em equipamentos é de **R\$ 98.200,00**, não sendo considerado neste cálculo o valor do imóvel, instalações, capital de giro e eventuais despesas de legalização.

## 7.2 Custos com Mão de Obra

O dimensionamento da equipe foi realizado com base na capacidade produtiva de 22.000 kg (ou litros) de sorvete por mês, considerando uma produção média de uma batelada de 1.000 kg por dia útil, operando em um único turno de 8 horas diárias, sendo composta por 1 engenheiro de alimentos, 3 auxiliares de produção, 1 camarista, 2 funcionários do setor administrativo e 1 mecânico.

Considerando os dados médios salariais obtidos no Glassdoor(2025) para cada função, foi possível montar a tabela 3:

**Tabela 3-** Lista de mão de obra necessária.

Função	Quantidade	Salário Médio (R\$)	Custo Mensal Total (R\$)
Engenheiro de Alimentos	1	3.500,00	3.500,00
Auxiliar de Produção	3	1.500,00	4.500,00
Camarista	1	1.200,00	1.200,00
Administrativo	2	1.700,00	3.400,00
Mecânico	1	2.000,00	2.000,00

Fonte: glassdoor, 2025

O custo mensal com mão de obra foi estimado em R\$ 14.600,00, o que representa aproximadamente R\$ 0,66 por kg de sorvete produzido, considerando uma produção mensal de 22.000 kg.

## 7.3 Custo com insumos

Os insumos necessários para a produção do sorvete incluem leite desnatado, leite em pó integral, açúcar, cacau em pó, biomassa de banana verde, emulsificantes, gordura vegetal, entre outros. A Tabela 4 apresenta os principais ingredientes utilizados por batelada de 1.000 kg e seus custos aproximados com base em preços médios de mercado que serão apresentados na tabela 4. O valor de banana reflete a média de preços dos produtos na CEASA localizada no município de Natal-RN.

**Tabela 4-** Lista do custo dos insumos utilizados para a fabricação do sorvete

Ingrediente	Quantidade (kg)	Preço médio (R\$/kg)	Custo estimado (R\$)
Leite líquido	400	2,5	1.000,00
Leite em pó integral	95	25	2.375,00
Açúcar cristal	135	3,5	472,5
Glicose de milho	100	5	500
Liga neutra	6,5	45	292,5
Emulsificante	5,5	48	264
Substituto de gordura	75	9	675
Cacau em pó	13	25	325
<b>Banana verde <i>in natura</i></b>	<b>100</b>	<b>2</b>	<b>200</b>

Fonte: Elaborado pelo autor

Com base em uma produção mensal de 22.000 kg, o número de bateladas é:

$$22.000 \text{ kg} / 1.000 \text{ kg/batelada} = 22 \text{ bateladas/mês}$$

Logo, o custo mensal com matéria-prima é:

$$22 \times \text{R\$}6.104,00 = \text{R\$}134.288,00$$

#### 7.4 Depreciação de Equipamentos

A depreciação dos bens de capital é calculada considerando uma vida útil estimada de **5 anos (60 meses)** para os equipamentos utilizados no processo produtivo do sorvete com biomassa de banana verde, sem valor residual no fim do período.

O valor total investido em equipamentos foi de **R\$ 98.200,00**, conforme detalhado na Tabela 3. foi aplicada a equação 11 para definir a depreciação mensal:

$$\text{Depreciação mensal} = \frac{\text{Valor total do investimento}}{\text{Vida útil em meses}}$$

**Equação 11**– Depreciação Mensal

$$\text{Depreciação mensal} = \text{R\$}98.200,00 / 60 = \text{R\$}1.636,67$$

Essa depreciação é considerada um **custo fixo mensal** para efeitos de rateio contábil da produção.

## 7.5 Custos Operacionais Adicionais

Além dos custos diretos com matéria-prima, mão de obra e depreciação, o processo produtivo envolve custos indiretos operacionais que não podem ser negligenciados:

### 7.5.1 Energia elétrica

O consumo de energia nas etapas de pasteurização, resfriamento, batimento, congelamento, armazenamento e operação de câmaras frias é significativo.

Baseando-se em dados médios de consumo para indústria de pequeno porte (FIRJAN, 2022) estima-se um consumo energético de **40 kWh por batelada**, a um custo médio de **R\$ 1,20/kWh (tarifa industrial com encargos)**.

$$\text{Consumo mensal} = 40 \text{ kWh/batelada} \times 22 \text{ bateladas} = 880 \text{ kWh}$$

$$\text{Custo mensal com energia} = 880 \text{ kWh} \times \text{R\$}1,20 = \text{R\$}1.056,00$$

### 7.5.2 Embalagens

Assumindo que o sorvete será acondicionado em embalagens de 1 litro (aproximadamente 0,5 kg de produto por embalagem), serão necessárias **44.000 unidades por mês**. Considerando um custo médio de **R\$ 0,30/unidade** (embalagem com tampa), o custo mensal é:  $44.000 \times \text{R\$}0,30 = \text{R\$}13.200,00$

### 7.5.3 Custos administrativos e logísticos

Compreendem despesas com internet, telefone, softwares de gestão, combustível para entrega, aluguel de escritório e honorários contábeis. Considera-se um valor fixo médio de **R\$ 5.000,00/mês**, em linha com microindústrias alimentícias de médio porte.

## 7.6 custos totais

Os custos gerais para a produção de 22.000 kg estão descritos na tabela 5:

**Tabela 5-** Soma dos custos para a produção do sorvete.

<b>Categoria</b>	<b>Valor (R\$)</b>
Matéria-prima	134.288,00
Mão de obra	14.600,00
Depreciação de equipamentos	1.636,67
Energia elétrica	1.056,00
Embalagens	13.200,00
Despesas administrativas e logísticas	5.000,00
<b>Total Geral</b>	<b>R\$ 169.780,67</b>

Fonte: Elaborado pelo autor

### 7.7 Custo Unitário Final de Produção

A partir da consolidação de todos os custos mensais associados à produção de 22.000 kg de sorvete, incluindo matéria-prima, mão de obra, depreciação de equipamentos, energia elétrica, embalagens e despesas administrativas, foi possível determinar o custo unitário final do produto.

O custo total mensal da operação foi estimado em **R\$ 169.780,67**. Para obter o custo por quilograma de sorvete produzido, utiliza-se a fórmula 12:

$$\text{Custo unitário} = \frac{\text{Custo total mensal}}{\text{Produção mensal (kg)}}$$

**Equação 12-** equação de custo por unidade

$$\text{Custo unitário} = \text{R}\$169.780,67/22.000 = \text{R}\$7,72$$

Esse valor representa o custo real de produção por quilograma de sorvete, considerando não apenas os insumos diretos, mas também os custos operacionais indiretos que impactam significativamente a viabilidade do negócio. Ao contrário de análises simplificadas, que muitas vezes desconsideram gastos com energia ou administração, esta abordagem garante uma visão mais precisa da realidade econômica da empresa.

Além disso, esse custo poderá sofrer variações sazonais, especialmente devido à flutuação de preços da banana verde, do leite em pó e da energia elétrica, sendo essencial que a gestão financeira da empresa monitore regularmente esses indicadores.

### 7.8 Projeção de Preço de Venda

Para garantir a rentabilidade do negócio e sua sustentabilidade econômica, foi definida uma **margem de lucro de 40%** sobre o custo total unitário do produto. Esta margem leva em conta as boas práticas de precificação para alimentos industrializados de valor agregado, permitindo ao produtor absorver variações de custo e, ainda assim, garantir lucratividade.

A equação 13 é aplicada para estimar o preço de venda:

$$\text{Preço de venda} = \text{Custo unitário} \times (1 + \text{Margem de lucro})$$

### **Equação 13-** Equação de preço de venda

Com esse preço, o sorvete pode se posicionar de forma competitiva no mercado de produtos funcionais e diferenciados, especialmente em nichos voltados à saudabilidade, alimentação consciente e consumo sustentável. O valor também permite a prática de promoções sazonais e atuação em canais de distribuição que exigem repasse (varejo, atacado, food service), sem comprometer a margem da empresa.

Vale ressaltar que o preço pode ser ajustado conforme o formato de apresentação: embalagens de 1 L, 500 mL, ou mesmo porcionado (picolés, copos individuais), permitindo variação de *markup* conforme a estratégia de mercado adotada.

A análise detalhada dos custos e projeções de venda demonstra que a produção de sorvete com biomassa de banana verde apresenta viabilidade técnica e econômica. A utilização da biomassa como substituto parcial de gordura e estabilizantes não apenas melhora o perfil nutricional do produto, mas também contribui para a redução de custos com insumos industrializados, o que é estrategicamente vantajoso.

O custo de produção unitário, estimado em R\$ 7,72/kg, é compatível com o segmento de produtos alimentícios premium. O preço de venda proposto, de R\$ 10,81/kg, garante margem de lucro bruta satisfatória (40%), suficiente para sustentar a operação, reinvestir em melhorias e garantir competitividade mesmo em contextos adversos.

Quando comparado aos preços praticados por marcas comerciais que atuam no segmento de sorvetes funcionais e saudáveis, o sorvete com biomassa de banana verde desenvolvido neste trabalho apresenta valor consideravelmente mais acessível. Enquanto o preço de venda projetado foi estimado em R\$ 10,81 por kg, produtos similares — como os oferecidos pelas marcas Lowko, Ben & Jerry's Moo-phoria e Naked Nuts — apresentam valores médios variando entre R\$ 25,00 e R\$ 45,00 por litro, o que equivale aproximadamente a R\$ 50,00 a R\$ 90,00 por kg (LOWKO, 2023; BEN & JERRY'S, 2024). Essa diferença evidencia o potencial competitivo da formulação proposta, que combina custo reduzido, valor nutricional agregado e características funcionais, podendo atender tanto às exigências regulatórias quanto às demandas de mercado por alimentos mais saudáveis e acessíveis.

## **8 TRATAMENTO DE RESÍDUOS**

O processo de produção de sorvete de chocolate com biomassa de banana verde gera resíduos sólidos e líquidos característicos de indústrias de processamento de alimentos, principalmente derivados de frutas e produtos lácteos. A correta gestão desses resíduos é fundamental tanto para atender às legislações ambientais quanto para assegurar a sustentabilidade econômica e operacional da empresa.

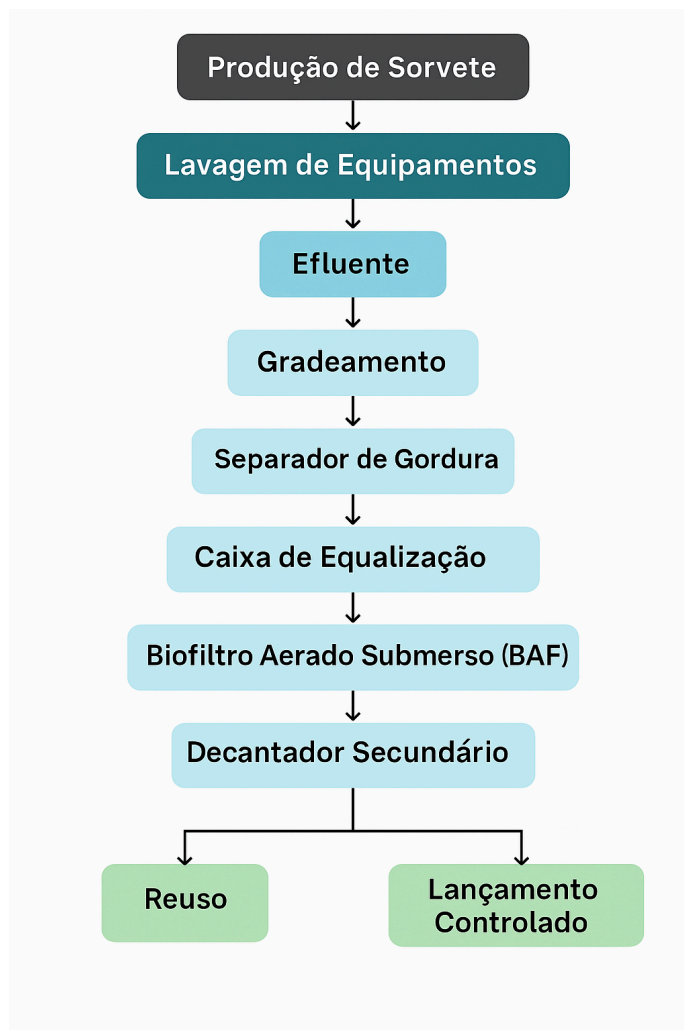
Os resíduos sólidos são compostos majoritariamente por cascas de banana, sedimentos da etapa de sanitização dos frutos, pequenos volumes de biomassa descartada, além de embalagens secundárias e resíduos provenientes da limpeza dos equipamentos. Já os efluentes líquidos são formados principalmente durante as etapas de lavagem dos equipamentos, utensílios e do piso industrial, sendo ricos em matéria orgânica, como carboidratos, lipídios, proteínas e sólidos suspensos, além de resíduos de detergentes e sanitizantes (Fellows, 2018; Oliveira et al., 2019; Von Sperling, 2014).

Para os resíduos sólidos, a alternativa mais eficiente, econômica e sustentável adotada é a compostagem, especialmente das cascas de banana e resíduos orgânicos gerados durante o processamento. As cascas possuem elevado teor de fibras, minerais, e uma relação carbono/nitrogênio adequada para o processo de compostagem, tornando-se uma excelente matéria-prima para a produção de fertilizantes orgânicos (Feitosa et al., 2020; Kiehl, 2002; Souza et al., 2021). Além disso, embalagens de papelão ou outros resíduos recicláveis são destinados à coleta seletiva, fortalecendo o compromisso ambiental da empresa.

No que se refere ao tratamento dos efluentes líquidos, é adotado um sistema composto por etapas físicas, físico-químicas e biológicas, que garantem elevada eficiência na remoção da carga orgânica e dos sólidos, adequando o efluente para descarte em rede pública ou em corpos hídricos, conforme os parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 430/2011. o fluxograma que descreve o processamento do tratamento dos efluentes se encontra na figura 09.

O fluxo do processo de tratamento inicia-se pelo gradeamento, responsável pela retenção de materiais sólidos de maior tamanho, como plásticos, folhas e resíduos grosseiros. Na sequência, o efluente passa por uma caixa de areia, que remove partículas sedimentáveis, como areia, terra e sólidos mais densos, evitando o desgaste precoce dos equipamentos posteriores.

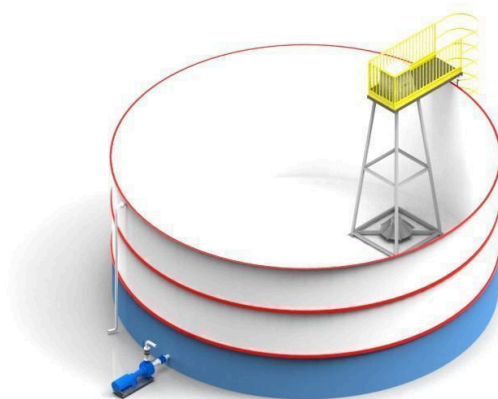
**Figura 9-** Fluxograma do tratamento dos efluentes



**Fonte:** Elaborado pelo autor

Após a etapa de gradeamento, o efluente segue para uma caixa separadora de gordura, que realiza a remoção de óleos e graxas presentes, fundamentais em indústrias que trabalham com leite, chocolate e biomassa de banana, evitando assim o comprometimento das etapas biológicas subsequentes.

O efluente então é conduzido para um tanque de equalização, que pode ser observado na Figura 10, onde ocorre a homogeneização da carga orgânica, do volume e do pH, assegurando maior estabilidade no processo e prevenindo sobrecargas nos reatores biológicos. Esse tanque conta com sistema de agitação constante e controle de nível.

**Figura 10-** Tanque de equalização

**Fonte:** Sulmetax(2025)

Na etapa seguinte ocorre o tratamento biológico, realizado em um biofiltro aerado submerso (BAF), um sistema compacto que permite elevada eficiência na remoção de matéria orgânica. No interior do biofiltro, há mídias plásticas que servem de suporte para o crescimento de colônias de microrganismos aeróbios responsáveis pela degradação da matéria orgânica. Aeração constante é realizada através de sopradores, garantindo o fornecimento de oxigênio para os microrganismos.

Após o biofiltro, o efluente é direcionado para um decantador secundário, onde ocorre a separação dos sólidos biológicos (lodo) gerados no tratamento aeróbio. Esse lodo é periodicamente removido e pode ser destinado a compostagem juntamente com os resíduos orgânicos sólidos da produção, transformando-se em fertilizante.

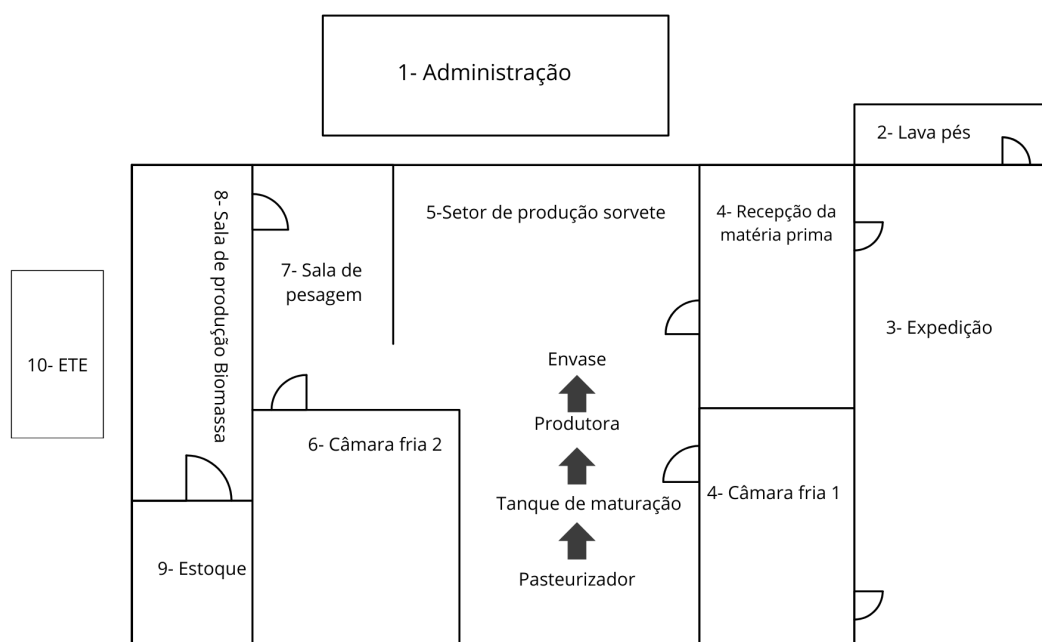
O efluente clarificado, ao final do processo, atende aos parâmetros estabelecidos pela legislação vigente, podendo ser destinado à rede pública de esgoto ou, quando autorizado, utilizado para fins de reuso não potável, como lavagem de pisos ou irrigação de áreas verdes (Von Sperling, 2014; Chernicharo, 2007).

Dessa forma, o sistema adotado se caracteriza por ser uma solução eficiente, de baixo custo de implantação e operação, com reduzida geração de resíduos secundários e de fácil manutenção. Além de assegurar o cumprimento das normas ambientais, esse modelo também contribui diretamente para a sustentabilidade do negócio, permitindo o reaproveitamento dos resíduos orgânicos e reduzindo significativamente os impactos ambientais associados à atividade.

## 9 LAYOUT

O *layout* de uma fábrica de sorvetes permite visualizar o fluxo operacional completo, desde a recepção da matéria-prima até a expedição do produto final, incluindo a disposição de equipamentos, áreas de processamento.

**FIGURA 11-** *Layout* da Empresa



**Fonte:** Elaborado pelo Autor

As áreas estão descritas a seguir:

1 – Administração: Espaço dedicado à gestão administrativa e operacional da fábrica, incluindo setores como finanças, recursos humanos, planejamento da produção e controle de qualidade.

2 – Lava-pés: Barreira sanitária obrigatória para acesso à área produtiva. Garante a higiene dos calçados, evitando contaminações cruzadas.

3 – Expedição: Setor responsável pela organização e despacho dos produtos prontos. Facilita o carregamento e transporte em condições adequadas de temperatura.

4 – Recepção da Matéria-Prima: Área onde os insumos (frutas, leite, açúcar etc.) são recebidos, registrados e submetidos a inspeção visual e sanitização antes de entrarem na linha de produção.

4 – Câmara Fria 1: Unidade de congelamento rápido (ultracongelador) usada logo após o envase do sorvete. Nesta etapa, o produto é resfriado rapidamente a  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , garantindo melhor textura, menor tamanho de cristais de gelo e estabilidade. Após essa etapa, os potes são transferidos para a Câmara Fria 2 para conservação.

5 – Setor de Produção do Sorvete: Local onde ocorrem as principais etapas da fabricação da calda e do sorvete: homogeneização, pasteurização, maturação, batimento com incorporação da biomassa e envase. Equipamentos instalados: pasteurizador, tanque de maturação e produtora contínua.

6 – Câmara Fria 2: Câmara de estocagem final dos sorvetes prontos, mantidos a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Garante a conservação da textura, sabor e segurança microbiológica do produto até a expedição.

7 – Sala de Pesagem: Ambiente controlado onde todos os ingredientes são pesados conforme os cálculos de formulação do sorvete. Garante precisão e padronização da qualidade do produto.

8 – Sala de Produção da Biomassa: Espaço exclusivo para produção da biomassa de banana verde, com etapas como cocção, descascamento, trituração, acidificação, homogeneização e pasteurização, conforme descrito no Capítulo 3 do TCC.

9 – Estoque: Armazenamento de insumos secos e não perecíveis, como açúcar, cacau, leite em pó, embalagens e aditivos. O ambiente deve ser seco, ventilado e protegido contra pragas.

10 – ETE (Estação de Tratamento de Efluentes): Instalação externa responsável pelo tratamento dos resíduos líquidos gerados na fábrica. O sistema conta com gradeamento, separador de gordura, tanque de equalização, biofiltro aerado submerso e decantador secundário, garantindo atendimento à legislação ambiental (CONAMA nº 430/2011).

## 10 ROTULAGEM

A rotulagem nutricional é uma exigência legal no Brasil e constitui uma importante ferramenta de comunicação com o consumidor. Conforme estabelece a Resolução RDC nº 429/2020 e a Instrução Normativa nº 75/2020, ambas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), todos os alimentos embalados devem apresentar tabela nutricional padronizada, com declaração obrigatória de informações como valor energético, carboidratos, açúcares totais, açúcares adicionados, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans, fibras alimentares e sódio, além de rotulagem nutricional frontal nos casos previstos (BRASIL, 2020a; BRASIL, 2020b).

Com base nos dados calculados neste trabalho, foram elaboradas tabelas nutricionais para os três sorvetes com biomassa de banana verde (nanica, prata e da terra), com porção de referência de 60 g, conforme especificado para sorvetes pela legislação brasileira. As tabelas foram estruturadas segundo os modelos estabelecidos pela ANVISA, incluindo também os valores por 100 g, de modo a facilitar a comparação e atender às exigências regulatórias. As figuras 12, 13 e 14 apresentam os rótulos finais desenvolvidos para as formulações.

**Figura 12-** Rótulo do sorvete de biomassa de banana nanica

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porções por embalagem: Cerca de 13			
Porção: 60 g (uma bola)			
	100g	60 g	%VD(*)
Valor energético (Kcal)	233	140	5
Carboidratos (g)	35	20	6
Açúcares totais (g)	23	14	
Açúcares adicionados (g)	22	13	16
Proteínas (g)	5,2	3,2	2
Gorduras Totais (g)	8,4	4,8	5
Gorduras Saturadas (g)	0	0	9
Gorduras Trans (g)	0	0	0
Fibra Alimentar (g)	2,6	1,5	0
Sódio (mg)	112	67	3

\*Percentual de valores diários fornecidos pela porção

INGREDIENTES: Leite, leite integral em pó, biomassa de banana verde, açúcar, creme culinário, glucose de milho, cacau em pó, estabilizantes: liga neutra e gerscream, emulsificante: emustab.

**ALÉRGICOS: CONTÉM LEITE. CONTÉM LACTOSE. NÃO CONTÉM GLÚTEN.**

CONSERVAR EM FREEZER A -18 °C

ALTO EM AÇÚCAR ADICIONADO

SORVETE DE CHOCOLATE COM BIOMASSA DE BANANA VERDE

**Chocolate**

• PREMIUM CHOCOLATE ICE CREAM •

Peso Líquido 700 g      Conteúdo 1000 mL

Fabricado em:  
Chocolate LTDA.  
Avenida Rio Pitimbú - Emaús, Parnamirim/RN  
CNPJ: 59.075.850/0001  
SAC: 0800-0145  
INDÚSTRIA BRASILEIRA


val.: 12/2025  
L: 001



3 5 4 6 8 9 5 0 1 8 7 8 4

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 13- Rótulo do sorvete de banana prata



INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porções por embalagem: Cerca de 13			
Porção: 60 g (uma bola)			
	100g	60 g	%VD(*)
Valor energético (Kcal)	233	140	5
Carboidratos (g)	35	20,9	6
Açúcares totais (g)	23	14	
Açúcares adicionados (g)	22	13	16
Proteínas (g)	5,4	3,2	2
Gorduras Totais (g)	8,4	4,8	5
Gorduras Saturadas (g)	0	0	9
Gorduras Trans (g)	0	0	0
Fibra Alimentar (g)	2,4	1,4	0
Sódio (mg)	112	67	3

\*Percentual de valores diários fornecidos pela porção

**INGREDIENTES:** Leite, leite integral em pó, biomassa de banana verde, açúcar, creme culinário, glucose de milho, cacau em pó, estabilizantes: liga neutra e gerscream, emulsificante: emustab.


**ALÉRGICOS: CONTÉM LEITE. CONTÉM LACTOSE. NÃO CONTÉM GLÚTEN.**

**Chocolate**  
\* PREMIUM CHOCOLATE ICE CREAM \*

**Peso Líquido**      **Conteúdo**  
700 g                      1000 mL

Fabricado em:  
**Chocolate LTDA.**  
Avenida Rio Pitimbú - Emaús, Parnamirim/RN  
CNPJ: 59.075.850/0001  
SAC: 0800-0145  
INDÚSTRIA BRASILEIRA

val.: 12/2025  
L: 001




3 5 4 6 8 9 5 0 1 8 7 8 4

CONSERVAR EM FREEZER A -18 °C

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 14- Rótulo do sorvete de banana da terra



INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porções por embalagem: Cerca de 13			
Porção: 60 g (uma bola)			
	100g	60 g	%VD(*)
Valor energético (Kcal)	236	142	5
Carboidratos (g)	35,6	21,6	6
Açúcares totais (g)	24	14	
Açúcares adicionados (g)	22	13	16
Proteínas (g)	5,3	3,2	2
Gorduras Totais (g)	8,3	4,8	5
Gorduras Saturadas (g)	0	0	9
Gorduras Trans (g)	0	0	0
Fibra Alimentar (g)	2,4	1,4	0
Sódio (mg)	112	67	3

\*Percentual de valores diários fornecidos pela porção

**INGREDIENTES:** Leite, leite integral em pó, biomassa de banana verde, açúcar, creme culinário, glucose de milho, cacau em pó, estabilizantes: liga neutra e gerscream, emulsificante: emustab.


**ALÉRGICOS: CONTÉM LEITE. CONTÉM LACTOSE. NÃO CONTÉM GLÚTEN.**

**Chocolate**  
\* PREMIUM CHOCOLATE ICE CREAM \*

**Peso Líquido**      **Conteúdo**  
700 g                      1000 mL

Fabricado em:  
**Chocolate LTDA.**  
Avenida Rio Pitimbú - Emaús, Parnamirim/RN  
CNPJ: 59.075.850/0001  
SAC: 0800-0145  
INDÚSTRIA BRASILEIRA

val.: 12/2025  
L: 001



3 5 4 6 8 9 5 0 1 8 7 8 4

CONSERVAR EM FREEZER A -18 °C

Fonte: Elaborado pelo autor

Os dados nutricionais obtidos revelaram alta consistência com os resultados do balanço de massa e da composição centesimal. Em todas as formulações, observou-se valor energético variando entre 233 e 236 kcal por 100 g, com pequenas diferenças atribuídas à composição da biomassa utilizada. A formulação com biomassa da banana da terra apresentou o maior valor energético (236 kcal/100 g), o que pode ser explicado pelo seu maior teor de carboidratos totais e, conseqüentemente, de açúcares naturais, já que essa variedade apresenta maior concentração de amido e açúcares solúveis (COSTA et al., 2018). Essa característica pode representar um diferencial positivo quando se busca um produto com maior aporte calórico, voltado, por exemplo, ao público infantil ou praticantes de atividade física.

Os teores de açúcares adicionados, provenientes exclusivamente do açúcar comum e da glucose de milho utilizados na calda base, foram idênticos em todas as formulações, totalizando 22,97 g por 100 g de sorvete. Como esse valor ultrapassa o limite de 15 g/100 g definido pela RDC nº 429/2020, foi incluída nos rótulos a advertência frontal de “alto em açúcares adicionados” (BRASIL, 2020a). Os açúcares totais, que consideram também os açúcares naturalmente presentes na biomassa, variaram entre 23,68 g e 24,03 g, sendo ligeiramente superiores na formulação com banana da terra, como já mencionado. Apesar disso, a diferença prática é pequena e não compromete a classificação geral do produto.

Em relação às proteínas, os três produtos atenderam plenamente à exigência mínima de 2,5% para sorvetes tipo A, conforme critérios do SEBRAE (2011), apresentando teores próximos a 5,4 g/100 g. O valor foi levemente inferior na formulação com banana da terra (5,37 g), o que pode ser atribuído à diluição proporcional causada pelo maior teor de sólidos da biomassa. De modo geral, as três versões do sorvete oferecem aporte proteico adequado, podendo ser considerados sorvetes com densidade nutricional superior à de produtos convencionais do mercado.

No que diz respeito às gorduras, todas as formulações mantiveram o teor total acima de 8%, atingindo o patamar exigido para a classificação do tipo A segundo a cartilha do SEBRAE. A inclusão de leite integral em pó, além de emulsificantes, garantiu esse conteúdo, sem necessidade de adição de gordura vegetal. A gordura trans, presente em pequena quantidade (2,6 g/100 g), foi informada nos rótulos, respeitando a legislação em vigor.

As fibras alimentares, um dos diferenciais centrais deste projeto, foram destacadas com mais ênfase. Os teores variaram entre 2,39 g e 2,57 g/100 g, sendo mais elevados na formulação com banana nanica. Essa variedade de banana verde demonstrou melhor desempenho no fornecimento de fibras, o que pode ser especialmente relevante do ponto de vista funcional, considerando os benefícios atribuídos ao consumo de fibras na digestão e na saúde intestinal.

Dessa forma, cada formulação apresenta um ponto forte nutricional específico. A formulação com biomassa da banana da terra destaca-se por seu maior valor energético e teores de açúcares naturais, sendo uma opção mais calórica. A formulação com banana prata se mantém equilibrada, com perfil intermediário entre energia, fibras e proteínas, sendo uma boa opção para um público mais amplo. Já a formulação com banana nanica mostrou-se superior no teor de fibras alimentares.

## **11 CONCLUSÃO**

O presente trabalho teve como objetivo principal a caracterização físico-química de três tipos de biomassa de banana verde (variedades nanica, prata e da terra) e sua aplicação na produção de sorvete de chocolate, avaliando os impactos nutricionais, tecnológicos e econômicos da incorporação dessas biomassas no produto final. A partir da realização de análises comparativas entre as formulações, foi possível concluir que todas as biomassas estudadas apresentaram potencial significativo como ingrediente funcional, especialmente em razão do teor de amido resistente, fibras alimentares e baixo teor de lipídios.

No desenvolvimento da calda base do sorvete, foi possível ajustar a formulação de forma a atender aos critérios estabelecidos para a classificação de "sorvete tipo A", segundo a cartilha do SEBRAE (2011), apresentando teores superiores a 8% de gordura total, 2,5% de proteína e mais de 36% de sólidos totais. Com a adição de 10% de biomassa, observou-se que todas as formulações mantiveram esses parâmetros dentro dos limites exigidos, mesmo após o pequeno efeito diluente provocado pela biomassa.

A biomassa de banana nanica destacou-se por proporcionar um maior teor de fibras alimentares (2,57 g/100 g) na formulação final do sorvete. Já a formulação com biomassa de banana da terra apresentou o maior valor energético (236 kcal/100 g), resultado do elevado teor de carboidratos presentes nessa variedade, o que pode ser vantajoso para nichos específicos de mercado, como o público infantil ou atletas. Por sua vez, a biomassa de

banana prata resultou em uma formulação com perfil sensorial equilibrado e teores intermediários entre as demais, sendo indicada para consumidores que buscam um produto com sabor suave e composição nutricional balanceada.

A rotulagem nutricional das três formulações foi elaborada com base nos dados obtidos nos cálculos do balanço de massa e composição centesimal, em conformidade com a Resolução RDC nº 429/2020 e a IN nº 75/2020 da ANVISA. A comparação entre os valores nutricionais calculados e os declarados nos rótulos confirmou a consistência técnica das formulações. Todas as versões receberam rotulagem frontal de “alto em açúcares adicionados”, devido à presença de 22,97 g/100 g de açúcares provenientes do açúcar e da glucose de milho.

Do ponto de vista econômico, o projeto demonstrou viabilidade financeira, com custo final de produção estimado em R\$ 7,72/kg e projeção de preço de venda em R\$ 10,81/kg, o que assegura uma margem de lucro bruta de 40%. A adoção de biomassa como ingrediente funcional também contribuiu para a redução do uso de estabilizantes industriais e para o aproveitamento de frutas verdes, colaborando com a sustentabilidade da cadeia produtiva.

Além disso, foi desenvolvido um *layout* industrial eficiente e funcional, incluindo setores para produção da biomassa, fabricação do sorvete, câmara fria, armazenamento, administração e uma estação de tratamento de efluentes adequada à legislação ambiental (CONAMA nº 430/2011). O sistema de tratamento proposto garante a destinação correta dos resíduos líquidos e sólidos gerados, reforçando o compromisso com as boas práticas ambientais.

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que a biomassa de banana verde pode ser utilizada com sucesso como ingrediente funcional em formulações de sorvetes, promovendo benefícios nutricionais, tecnológicos e mercadológicos. O trabalho reforça o potencial de aproveitamento de frutas subutilizadas e contribuiu para o desenvolvimento de produtos mais saudáveis e sustentáveis dentro da indústria de alimentos. Para trabalhos futuros, recomenda-se a realização de análises sensoriais detalhadas com consumidores, bem como testes de estabilidade durante o armazenamento, de forma a ampliar a aplicabilidade industrial das formulações propostas.

## REFERÊNCIAS

**ABIS - Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes.** Disponível em: <http://www.abis.com.br>. Acesso em: 07 ago. 2024.

**AGRICULTURE.INSTITUTE.** Components and functioning of HTST pasteurizer plants. *Agriculture Institute*, 2025.

**ALMEIDA, J. C.; GHERARDI, S. R. M.** Trufa de chocolate meio amargo com biomassa de banana verde. *Multi-Science Journal*, v. 1, n. 13, p. 45-47, 2018. DOI: <https://doi.org/10.33837/msj.v1i13.628>.

**ÁLVARES, Virgínia de Souza.** Amadurecimento e qualidade da banana "Prata" (Musa AAB Subgrupo Prata) submetida a diferentes concentrações de etileno. 2003. 82 f. Tese (Doutorado) - Curso de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

**ALPHAGEL.** Pasteurização na fabricação do sorvete: entenda essa importante etapa. *Blog Alphagel*, 01 abr. 2021.

**ARAUJO, Eder Augusto Furtado.** Estudo da cinética de secagem de fatias de banana nanica (Musa acuminata var. Cavendish) osmoticamente desidratadas. 2000. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1588318>. Acesso em: 26 set. 2024.

**BALANÇA DIGITAL INDUSTRIAL 300KG COM COLUNA, PRETA.** Disponível em: <https://www.mercadolivre.com.br/balanca-digital-industrial-300kg-c-coluna-50x50-preta-we-lmy-cor-preto-110v220v/p/MLB25925194>. Acesso em: 17 nov. 2024.

**BARBOSA, D. S.** Substituição parcial de gordura por biomassa de banana verde em barra de chocolate funcional. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/2162>. Acesso em: 30 jun. 2025

**BEN & JERRY'S.** *Sorvetes funcionais da linha Moo-phoria*. 2024. Disponível em: <https://www.benjerry.com.br/moophoria>. Acesso em: 30 jun. 2025.

**BRASIL.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cartilha de Sorvetes – SEBRAE. 2011.

**BRASIL.** Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020*. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 out. 2020a. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-429-de-8-de-outubro-de-2020-282070599>. Acesso em: 25 jun. 2025.

**BRASIL.** Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020*. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 out. 2020b. Disponível em:

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-75-de-8-de-outubro-de-2020-282070772>. Acesso em: 25 jun. 2025.

**BRASIL.** Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. *RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020*. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Diário Oficial da União, 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-429-de-8-de-outubro-de-2020-282070599>.

**BRASIL.** Resolução RDC nº 267, de 25 de setembro de 2003. Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Gelados Comestíveis e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Gelados Comestíveis. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 26 set. 2003. Disponível em: [https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC\\_267\\_2003.pdf/ebc43589-8aa6-4456-a9ac-eb03b231e409](https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_267_2003.pdf/ebc43589-8aa6-4456-a9ac-eb03b231e409). Acesso em: 27 nov. 2024.

**CHAGAS, Alexandre da Silveira.** Avaliação dos efeitos de dietas enriquecidas com frutos das espécies *Theobroma grandiflorum* e *Musa spp.* AAA em diferentes modelos de inflamação intestinal. 2017. 74 f. Tese (Doutorado) - Curso de Farmacologia e Biotecnologia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2017.

**CHERNICHARO, C. A. L.** *Reatores biológicos anaeróbios: fundamentos e aplicações*. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2007.

**CONAMA.** *Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011*. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 16 maio 2011.

**CONCEIÇÃO, H. B. S.; MELO, C. S.; FERREIRA, I. M.; SILVA, A. M. O.; CARVALHO, M. G.** Sorvete de umbu e mangaba: vida de prateleira e viabilidade do *Bacillus clausii*. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v. 14, n. 1, p. 53-66, jan./mar. 2020.

**CORREIA, Vinícius Tadeu da Veiga; VIEIRA, Ana Luiza Santos; CRUZ, Ana Paula Cunha; SILVA, Nayana Hayss Araújo da; COSTA, Taynan Jonatha Neves; SILVA, Mauro Ramalho; MELO, Júlio Onésio Ferreira; SILVA, Viviane Dias Medeiros.** Aspectos gerais no processo de elaboração de sorvetes utilizando frutos do Cerrado. In: MELO, Júlio Onésio Ferreira (Org.). *Ciências Agrárias: o avanço da ciência no Brasil*. Vol. 5, Editora Científica Digital, 2022. p. 17-28. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.37885/221211418>. Acesso em: 17 nov. 2024.

**COSTA, M. G. M. et al.** Caracterização físico-química de três variedades de banana verde utilizadas como fonte de amido resistente. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v. 20, n. 4, p. 351–360, 2018.

**DA SILVA, Adriana Rayana; DINIZ, Kristiany Moreira; YAMAGUCHI, Margarida Masami.** Biomassa da banana verde como ingrediente na elaboração de empanado de frango. 2016.

**DA SILVA, V. S.; ORLANDELLI, R. C.** Desenvolvimento de alimentos funcionais nos últimos anos: uma revisão. *Revista Uningá*, v. 56, n. 2, p. 182-194, 2019. DOI: <https://doi.org/10.46311/2318-0579.56.eUJ1110>.

**DANTHERM.** Sistema de pasteurização: como funciona e quais são seus benefícios. *Dantherm*, 2024. Disponível em: [www.dantherm.com.br](http://www.dantherm.com.br). Acesso em: 27 jun. 2024.

**DIAS, S. S.; SIMAS, L.; LIMA JUNIOR, L. C.** Alimentos funcionais na prevenção e tratamento de doenças crônicas não transmissíveis. *Boletim de Conjuntura (BOCA)*, v. 4, n. 10, p. 54-61, 2020. DOI: 10.5281/zenodo.4023172. Disponível em: <https://revista.ioles.com.br/boca/index.php/revista/article/view/48>. Acesso em: 29 abr. 2024.

**DUARTE, Y. G.; REZENDE, A. J.; FORTES, R. C.; PAZ, R. C.; SILVA, B. N.** Desenvolvimento e análise sensorial de sorvete de morango enriquecido com suplemento proteico (Whey Protein Isolado): um estudo experimental analítico. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 8, p. 85185-85200, ago. 2021.

**ESCRITÓRIO TÉCNICO DE ESTUDOS ECONÔMICOS DO NORDESTE – ETENE.** Revista CSE, ano 9, n. 362, nov. 2024. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/documents/80223/4450981/Revista+CSE+362.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2025

**FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – FIRJAN.** Quanto custa a energia elétrica para a pequena e média indústria no Brasil. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.firjan.com.br/firjan/empresas/competitividade-empresarial/energiaeletrica/custo/default.htm>. Acesso em: 30 jun. 2025.

**FEITOSA, A. A.; TEIXEIRA, W. G.; RITTER, E.; REZENDE, F. A. de; KERN, J.** Caracterização química de amostras de biocarvão de casca de banana e bagaço de laranja carbonizados a 400 e 600°C. *Revista Virtual de Química*, v. 12, n. 4, p. 901-912, 2020.

**FINAMAC.** *Pasteurizador de placas PPL – Equipamento industrial para caldas alimentícias.*

Disponível em: <https://finamac.com/produtos/pasteurizador-ppl>.

**FREITAS, L. G. et al.** Efeitos do consumo de biomassa de banana verde na saúde humana: uma revisão. *Revista Ciência Verde*, v. 15, n. 2, p. 80–95, 2023. Disponível em: <https://gvaa.com.br/revista/index.php/CVADS/article/view/2868>. Acesso em: 30 jun. 2025.

**FELLOWS, P. J.** Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

**FERNANDES, R. M. et al.** Caracterização físico-química de biomassas de banana verde. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v. 15, n. 2, p. 2971–2984, 2021.

**FINAMAC.** TM 300/600 - Tanque para Maturação de Caldas para Sorvete. Disponível em: <https://finamac.com/produtos/tm-300-600/>. Acesso em: 2 de novembro. 2023.

**FREITAS, Thiago Tavares de.** Efeitos do consumo da biomassa de banana verde na microbiota intestinal e parâmetros glicêmicos em pacientes com pré-diabetes ou diabetes. 2023. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Medicina, Escola Paulista de Medicina, São Paulo, 2023.

**FRIGOMAQ.** Máquinas para sorvete e laticínios. Frigomaq Equipamentos Industriais, 2024. Disponível em: <https://frigomaq.com.br>. Acesso em: 30 jun. 2025.

**GARCÍA, R.; PEÑA, D.; GUTIÉRREZ, J.** Optimización de los procesos de extracción de biomasa sólida para uso energético. *Revista Ingeniería Energética*, [S. l.], v. 39, n. 3, p. 202–210, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/328502123>. Acesso em: 13 jun. 2025.

**GOFF, H. D.; HARTEL, R. W.** *Ice Cream*. 7th ed. New York: Springer, 2013.

**GOMES, V. T. S.; GOMES, R. N. S.; GOMES, M. S.; VIANA, L. V. M.; CONCEIÇÃO, F. R.; SOARES, E. L.; SOUZA, G. P.** Benefícios da biomassa de banana verde à saúde humana. *Revista Univap*, v. 22, n. 40, p. 655, 2017.

**HOFSETZ, Kelly.** Propriedades físicas e transições de fase da banana nanica submetida a secagem com pulso HTST (inicial). 2007. 203 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1605497>. Acesso em: 26 set. 2024.

**INSTITUTO ADOLFO LUTZ.** Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

**INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).** Produção agrícola municipal: banana, 2022. Disponível em: [https://www.cnpmf.embrapa.br/Base\\_de\\_Dados/index\\_pdf/dados/brasil/banana/b1\\_banana.pdf](https://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/banana/b1_banana.pdf). Acesso em: 17 nov. 2024.

**JAEKEL, L. Z.; SCHMIELE, M.; CHANG, Y. K.** Impactos do amido resistente e da enzima transglutaminase nas características tecnológicas de espaguete. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 8, p. e891986219, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.6219>.

**KIEHL, E. J.** *Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto*. 3. ed. Piracicaba: Nobel, 2002.

**LA FUENTE ARIAS, Carla Ivonne.** Efeito da etapa de resfriamento sobre as características de crocância e cor na obtenção de banana nanica crocante por secagem com pulso a alta temperatura. 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1615512>. Acesso em: 26 set. 2024.

**LEITE, Juscelino de Lins.** Elaboração e avaliação nutricional de biscoitos integrais com e sem biomassa de banana verde. 2021. 39 f. Monografia (Graduação em Nutrição) - Escola de Nutrição, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021.

**LOBO, A. R.; SILVA, G. M. D. L.** Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. *Revista de Nutrição*, v. 16, p. 219-226, 2003.

**LOWKO.** *Tabela nutricional e preços médios dos produtos*. 2023. Disponível em: <https://www.lowko.com.br>. Acesso em: 30 jun. 2025.

**MADE-IN-CHINA.** *Commercial Industrial Pressure Cooker for Food Processing, Large Capacity High-Pressure Cooking Pot* [imagem]. Disponível em: <https://popcorn-machine.en.made-in-china.com/product/vFRtaqOdyZpk/China-Commercial-Industrial-Pressure-Cooker-for-Food-Processing-Large-Capacity-High-Pressure-Cooking-Pot.html>.

**MANOEL, Luciana.** Irradiação e refrigeração na conservação de bananas prata e nanica climatizadas. 2005. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2005.

**MARQUES, Layenne Caroline Oliveira Andrade; ANTUNES, Juliana Aloy Pinto; GAMA, Larissa Lovatto Amorin.** Desenvolvimento de um sorvete de chocolate com potencial funcional: caracterização físico-química e microbiológica. *e-Scientia*, Belo Horizonte, v. 10, n. 2, p. 18-30, 2017. Disponível em: [www.unibh.br/revistas/escientia](http://www.unibh.br/revistas/escientia). Acesso em: 27 jun. 2024(2257-7937-1-PB (1)).

**MARTINELLI, Maristella.** Avaliação da climatização e irradiação na manutenção de qualidade de frutos de banana "Prata" e "Prata-anã". 2010. 80 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010.

**MARTINS, G. A. de S.; SILVA, C. A. de.** Alimentos funcionais: tecnologia aliada à saúde. *DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*, v. 5, n. 3, p. 1-2, 2018. DOI: <https://doi.org/10.20873/uft.2359-3652.2018v5n3p1>.

**MELO, F. de O.; BARBOSA, P. T.; MORAES JUNIOR, F. M. C. de; OLIVEIRA, G. C. dos S.; LOPES, L. B. S.; SILVA, M. G. P. da.** Aplicação de biomassa de banana verde em kafta bovina e avaliação do efeito nas características físicas, físico-químicas e sensoriais do produto. *Diversitas Journal*, v. 6, n. 1, p. 14-23, 2021. DOI: <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v6i1-1486>.

**METVISA.** Liquidificador industrial – Metvisa. 2024. Disponível em: Produtos – Metvisa. Acesso em: 11 de outubro de 2024.

**MILANEZZI, G. C.** Compostos bioativos em frutas exóticas brasileiras: revisão bibliográfica. *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 7, p. 52376-52385, jul. 2022.

**MILKPOINT.** Pasteurização – a diferença está nos detalhes. *MilkPoint*, 02 jun. 2023.

**MONTEIRO, N. V. N.; VILAR, T. M.; ARANTES, N. M.; MOTA, L. P.** Avaliação dos efeitos do uso da biomassa de banana verde na produção de sorvete funcional. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*, v. 21, n. 2, p. 1-12, 2022.

**MORAES, G. G.; AMARAL, L. A. M.; SANTOS, L. P.; SOARES, J. P.** Desenvolvimento de sorvete com biomassa de banana verde e colágeno hidrolisado. *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 4, p. 35153-35161, 2022.

**MORAES, P. R. et al.** Desenvolvimento de sorvete funcional com adição de biomassa de banana verde. *FTT Journal*, v. 8, n. 1, p. 12–20, 2022. Disponível em: <https://saijournal.cefsa.org.br/index.php/FTT/article/view/540>. Acesso em: 30 jun. 2025.

**MORAES TEIXEIRA, Carlos Alberto de et al.** Avaliação sensorial e qualidade nutricional de biscoitos enriquecidos com biomassa de banana verde. *Revista Brasileira de Nutrição Clínica*, v. 29, n. 3, p. 220-227, 2014.

**MOTA, Luís Felipe; REIS, Sérgio Augusto dos; SANTOS, Fernanda Cerqueira dos.** Uso da biomassa de banana verde como substituto parcial da gordura na formulação de sorvete. *Revista Científica FAEMA*, v. 11, n. 2, p. 111-122, 2020.

**NAKED NUTS.** *Linha de sorvetes proteicos e funcionais*. 2024. Disponível em: <https://www.nakednuts.com.br>. Acesso em: 30 jun. 2025.

**OFICINA DE ARTE CULINÁRIA.** *Receita de biomassa de banana verde*. Publicações Ciar/UFG, 2024. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/slideshow/como-fazer-biomassa-de-banana-da-terra-verde-232140062>.

**OLIVEIRA, A. C. et al.** Avaliação da aceitação sensorial e valor nutricional de produtos com biomassa de banana verde. *Revista Ciência Verde*, v. 10, n. 2, p. 44–52, 2020.

**OLIVEIRA, C. R.; ARBILLA, G.** Geração de resíduos sólidos na fabricação de sorvete: estudo de caso e proposta de tratamento de efluentes. *Química Nova*, v. 30, n. 4, p. 952-958, 2007.

**OLIVEIRA, Fernanda Macêdo.** Desenvolvimento de bebidas lácteas probióticas com biomassa de banana verde. 2013. 100 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

**Oliveira, G. C. S., Paciulli, S. D. O. D., Ortiz, G. P. T., & Paula, A. C. C. F. F.** (2020). Desenvolvimento e caracterização físico química de Sorvete utilizando polpa de croá (Sicana odorifera). In *TECNOLOGIA DE ALIMENTOS: TÓPICOS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS-VOLUME 3* (Vol. 3, pp. 184-199). Editora Científica Digital.

**OLIVEIRA, Katherine Helena; SOUZA, José Antonio Ribeiro de; MONTEIRO, Alcilene Rodrigues.** Caracterização reológica de sorvetes. *Food Science and Technology*, 2008, 28: 592-598.

**OLIVEIRA, M. F. et al.** Avaliação de sistemas de tratamento de efluentes em indústrias de alimentos. *Revista Tecnologia e Ambiente*, v. 25, n. 2, p. 112-125, 2019.

**PAIVA, L. S. et al.** Elaboração de mousse de chocolate com adição de biomassa de banana verde. *Revista Agrotecnologia*, v. 12, n. 3, p. 88–95, 2021. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/agrotecnologia/article/view/9986>. Acesso em: 30 jun. 2025.

**PAIVA, P. C.; BARBOSA, K. B. F.; SILVA, M. C.** Utilização da biomassa de banana verde como substituto da farinha de trigo: caracterização físico-química e sensorial de biscoitos. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, v. 29, n. 1, p. 73-78, 2018.

**PAULA, Márcia Cristina de; NEVES, Anália Emília Gonçalves das.** Desenvolvimento de sorvete probiótico com biomassa de banana verde e suplementado com colágeno. *Revista Eletrônica de Alimentos e Nutrição*, v. 20, p. 245-252, 2023.

- PEREIRA, Valquíria S.; CAMPOS, Fabiana P.; RAMOS, Rosângela G.** Análise da aceitação de sorvetes elaborados com biomassa de banana verde e diferentes sabores. *Revista Interdisciplinar de Nutrição*, v. 4, n. 2, p. 123-129, 2021.
- PINTO, L.; SILVA, P. H. A.** Aplicação da biomassa de banana verde em produtos de panificação: um estudo sobre sua viabilidade. *Revista Científica de Alimentos Funcionais*, v. 7, p. 52-61, 2019.
- Próspero, E. T. P., da SILVA, P. P. M., MARTIN, J. G. P., & Spoto, M. H. F.** (2015). Processamento tecnológico do “doce de jaracatiá em calda” de frutos de três regiões do estado de São Paulo: avaliação de suas qualidades físico-químicas e sensoriais. *Bioenergia em Revista: Diálogos (ISSN: 2236-9171)*, 5(2).
- PRUDÊNCIO, S. H.; SAAD, S. M. I.** Probióticos e prebióticos em alimentos: fundamentos e aplicações tecnológicas. *Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 24, n. 3, p. 33-37, 2004.
- RODRIGUES, J. A. S.; NASCIMENTO, E. S.** Desenvolvimento de sobremesas geladas funcionais com biomassa de banana verde. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*, v. 39, n. 3, p. 78-85, 2022.
- SANTOS, G. A.; MACHADO, M. G.** A viabilidade do uso da biomassa de banana verde como espessante em sorvetes. *Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos*, v. 18, p. 103-112, 2021.
- SANTOS, G. R. et al.** Propriedades funcionais da biomassa de banana verde e sua aplicabilidade em alimentos. *Revista de Nutrição Funcional*, v. 5, n. 1, p. 45–53, 2017.
- SEBRAE.** *Sorvetes: orientações técnicas*. Brasília: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, 2011. 42 p.
- Sena, L. de O., Viana, E. de S., Reis, R. C., Santana, T. S. de, & Barreto, N. S. E.** (2022). Métodos de conservação para a biomassa de banana verde: efeito nas características físico-químicas e microbiológicas. In *Ciência e Tecnologia de Alimentos: Pesquisa e Práticas Contemporâneas (Vol. 3, Cap. 12, pp. 158-171)*. Editora Científica Digital. ISBN 978-65-5360-105-5. DOI: 10.37885/220308158.
- Sena, L. de O., Viana, E. de S., Reis, R. C., Barreto, N. S. E., Santana, T. S., & Jesus, J. L. de.** (2020). **Produção de biomassa de banana verde.** *Embrapa Mandioca e Fruticultura*. Comunicado Técnico 171, 8 páginas. Recuperado de: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1121314>
- SILVA, A. C. et al.** Desenvolvimento de sobremesas com biomassa de banana verde: aspectos nutricionais e sensoriais. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/16672>. Acesso em: 30 jun. 2025.
- SILVA, Adriana R. da; YAMAGUCHI, Margarida M.; SANTOS, Anabela T.** Caracterização físico-química e análise sensorial de iogurtes elaborados com biomassa de banana verde. *Revista Brasileira de Alimentos Funcionais*, v. 12, n. 2, p. 41-48, 2018.

- SILVA, F. M.; MENDONÇA, L. S.; CASTRO, T. R.** Desenvolvimento de sorvetes funcionais utilizando biomassa de banana verde e colágeno hidrolisado. *Revista Científica de Nutrição Funcional*, v. 13, n. 3, p. 89-96, 2022.
- SILVA, Luciana F. da; BRAGA, T. P.; MELO, V. S.** Aproveitamento de subprodutos do processamento da banana: produção de biomassa e seus benefícios. *Revista de Agricultura Tropical*, v. 12, n. 4, p. 45-55, 2023.
- SILVA, M. L. da; OLIVEIRA, L. S.; CASTRO, R. J. S.** Efeitos do amido resistente sobre a saúde intestinal: uma revisão. *Revista Brasileira de Nutrição Funcional*, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 186–193, 2019.
- SOLER, M.P.; VEIGA, P.G.** Sorvetes. Campinas: Ital / Cial, 2001. 63p. (Ital. Especial, 1).
- SOUZA, D. A.; LOPES, A. C. S.; PIRES, A. C.** Avaliação da biomassa de banana verde na saciedade e perfil glicêmico. *Revista de Nutrição Funcional*, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 75–82, 2020.
- SOUZA, D. F. S.; CARVALHO, A. P.; FERREIRA, L. T. A.** Aplicação da biomassa de banana verde em produtos alimentícios para fins especiais. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, v. 13, n. 6, p. 102-110, 2019.
- SOUZA, Gabriela P.; CUNHA, Janaina R. L.; SILVEIRA, Marcela T. P.** Desenvolvimento de cookies com biomassa de banana verde: avaliação sensorial e potencial de mercado. *Revista Brasileira de Alimentos Funcionais*, v. 10, n. 3, p. 65-74, 2021.
- SOUZA, G. P. et al.** Aproveitamento de resíduos agroindustriais: estudo sobre a casca de banana na produção de compostos orgânicos. *Revista Verde*, v. 16, n. 3, p. 13-20, 2021.
- SULMETAX – Montagens e Equipamentos Industriais LTDA.** *Tanque de equalização – entenda por que a manutenção preventiva é extremamente necessária.* Xaxim, SC, p. única. Disponível em: <https://www.sulmetax.ind.br/tanque-equalizacao>. Acesso em: 25 jun. 2025.
- TACO** – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. NEPA/UNICAMP, 4ª ed., 2011.
- TAVARES, D. M.; FERREIRA, R. L.** A utilização de biomassa de banana verde em receitas de baixa caloria: uma alternativa funcional. *Revista Científica Nutrição em Foco*, v. 5, n. 2, p. 24-31, 2019.
- TECHNOGEL.** Homogenizadores: Equipamento para produção de sorvete. [S.l.]: Technogel, [s.d.]. Disponível em: <https://www.technogel.com/pt/linha-industrial/18/homogenizadores>. Acesso em: 27 jun. 2024.
- VIEIRA, M. P.; SILVA, A. L. C.** Biomassa de banana verde como alternativa funcional em receitas de sobremesas geladas. *Boletim Técnico de Nutrição Funcional*, v. 8, n. 1, p. 111-121, 2020.
- VON SPERLING, M.** *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.* 4. ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2014.

**ZHANG, Y.; LIU, W.; LI, C. et al.** Resistant starch and gut microbiota: A review on its effects and mechanisms. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, London, v. 61, n. 5, p. 739–753, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1746199>