

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ELISANDRA DETONI

**SORVETE PRÓBIOTICO DE GUABIJÚ (*Myrcianthes pungens*):  
DESENVOLVIMENTO, CARACTERIZAÇÃO, AVALIAÇÃO DE  
COMPOSTOS BIOATIVOS E VIABILIDADE DE *Lactobacillus paracasei***

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

MEDIANEIRA

2020

ELISANDRA DETONI

**SORVETE PRÓBIOTICO DE GUABIJÚ (*Myrcianthes pungens*):  
DESENVOLVIMENTO, CARACTERIZAÇÃO, AVALIAÇÃO DE  
COMPOSTOS BIOATIVOS E VIABILIDADE DE *Lactobacillus paracasei***

**Probiotic guabiju ice cream (*Myrcianthes punges*): Development,  
characterization, evaluation of bioactive compounds and viability of  
*Lactobacillus paracasei***

Dissertação apresentada ao programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dra Ângela Claudia Rodrigues.

Co-orientador: Dra. Daneysa Lahis Kalschne.

MEDIANEIRA

2020



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**

---

Detoni, Elisandra

Sorvete probiótico de guabijú (*Myrcianthes pungens*) desenvolvimento, caracterização, avaliação de compostos bioativos e viabilidade de *Lactobacillus paracasei* / Elisandra Detoni. – Medianeira, 2020.

1 arquivo de texto (87 f): PDF; 2,79 MB.

Orientadora: Angela Claudia Rodrigues

Coorientadora: Daneysa Lahis Kalschne

Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Medianeira, 2020.

1. Antocianinas. 2. Antioxidantes. 3. Probióticos. 4. Tecnologia de Alimentos – Dissertações. I. Rodrigues, Angela Claudia, orient. II. Kalschne, Daneysa Lahis, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. IV. Título.

---

### **Biblioteca da UTFPR - Câmpus Medianeira**

Bibliotecária/Documentalista:

Marci Lucia Nicodem Fischborn – CRB-9/1219



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Medianeira  
Diretoria de Pós-Graduação  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos  
Mestrado em Tecnologia de Alimentos



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

SORVETE PRÓBIOTICO DE GUABIJÚ (*Myrcianthes pungens*):  
DESENVOLVIMENTO, CARACTERIZAÇÃO, AVALIAÇÃO DE COMPOSTOS  
BIOATIVOS E VIABILIDADE DE *Lactobacillus paracasei*

por

ELISANDRA DETONI

Esta Dissertação foi apresentada às 09:00 horas do dia 23 de setembro de 2020 como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Dr<sup>a</sup> Angela Claudia Rodrigues  
Prof. Orientadora

---

Dr<sup>a</sup> Tahis Regina Bau  
Membro Externo

---

Dr<sup>a</sup> Marines Paula Corso  
Membro Interno

“O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Programa”.

Dedico este trabalho a minha família, por  
todos os momentos compartilhados.

## AGRADECIMENTOS

Muitos foram os colegas que cruzaram meu caminho nesta etapa tão gratificante de minha vida! Porém elevo meu sentimento de gratidão a Deus, que me guiou em todos os passos e me deu forças em momentos difíceis, sempre colocando as pessoas certas em meu caminho!

Meu esposo Maico, obrigada por todos os conselhos, compreensão e paciência em entender essa fase de nossas vidas... minha pequena Manu, por entender a espera das coisas.

Meus pais, Maria e Vilson, meu irmão Renan e demais familiares pelo apoio em minhas decisões e aventuras (que são sempre muitas rsrs) obrigada!

Aos amigos e compadres (Aline, Cleonir, Mari, Eder, Marcio, Dete, Josi, Udi, Marta, Paulo, Suzane, Tere) pelas palavras de motivação, pelos empréstimos de computador e colheitas de guabijú rsrs.. muito obrigada!

Aos meus colegas de mestrado, Luiza, Naiara, Pauline, Tati, Gabi, Fran e Rodrigo pelas experiências, aprendizados, almoços, caronas e cafés compartilhados! Obrigada!

Meus colegas de laboratório por toda ajuda, orientação e trabalho realizado. Em especial a Tati e Anandra, meu muito obrigada por tudo (inclusive pelas deliciosas tardes regadas a muito sorvete de guabijú haha).

Aos professores, colegas de iniciação científica (Diogo, Geovana e Juliana), técnicos de laboratório também deixo meu agradecimento! Ao pessoal dos Laboratórios Multiusuários da UTFPR campus Medianeira e Toledo por disponibilizar o uso durante o desenvolvimento do projeto, muito obrigada!

Aos que foram meus colegas de trabalho na Alumínio Cinco Estrelas, obrigada pela compreensão durante o período que estive aí!

As minhas orientadoras, Ângela e Daneysa, obrigada pela dedicação, apoio e conhecimento compartilhado. Pelas orientações, histórias contadas, gargalhadas e cafés divididos (não tem como esquecer deles rsrs). Por serem pacientes a cada passo desta jornada. Obrigada por tudo e principalmente pela oportunidade!

A cada um que contribuiu no sucesso desta caminhada, fica meu sentimento de gratidão!

“O único lugar onde o sucesso vem antes  
do trabalho é no dicionário.”  
EINSTEIN, Albert.

## RESUMO

DETONI, Elisandra. Sorvete próbiotico de guabijú (*Myrcianthes pungens*): desenvolvimento, caracterização, avaliação de compostos bioativos e viabilidade de *Lactobacillus paracasei*. 2020. 89 FOLHAS. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2020.

O sorvete é um produto lácteo, composto basicamente por açúcar, emulsificantes, estabilizantes e aromatizantes. Um sorvete funcional com características mais saudáveis pode ser produzido pela adição de compostos bioativos como probióticos e antioxidantes naturais. Os probióticos são microrganismos vivos que conferem benefícios à saúde do hospedeiro e podem caracterizar os produtos como funcionais. Os antioxidantes são compostos que inibem a oxidação de um substrato de maneira eficaz e estão presentes em inúmeras plantas. Algumas frutíferas nativas são pouco conhecidas, mas o consumo de seus frutos pode trazer benefícios à saúde. O guabijú (*Myrcianthes pungens*) é um fruto nativo do Brasil, caracterizado por seu sabor doce agradável e coloração roxa quando maduro. A utilização de frutas de espécies nativas em produtos alimentícios é evidenciada na literatura devido presença de compostos bioativos e propriedades sensoriais diferentes. Desta forma, foi desenvolvido um sorvete, com adição da farinha de guabijú liofilizada e do microrganismo probiótico *Lactobacillus paracasei* objetivando-se um produto com propriedades funcionais. Os frutos *in natura* foram coletados em dois períodos, dezembro de 2018 e janeiro de 2019 em plantas diferentes. Os frutos foram avaliados quanto a composição físico-química, antocianina total, compostos fenólicos e atividade antioxidante, juntamente as farinhas desenvolvidas. O sorvete foi desenvolvido utilizando três concentrações diferentes da farinha, 4%, 8% e 12% e foi analisado quanto a composição físico-química, bioativa, microbiológica e sensorial. Durante um período de armazenamento de 90 dias foi analisada a viabilidade probiótica do microrganismo adicionado, através da contagem de bactérias lácticas. O fruto *in natura* e a farinha obtida da colheita de dezembro e janeiro demonstraram atividade antioxidante, presença de antocianinas e compostos fenólicos sendo que o uso da liofilização concentrou os teores desses bioativos (antocianinas entre 201 e 220 mg 100 g<sup>-1</sup>, compostos fenólicos 1822 a 1919 mg EAG 100 g<sup>-1</sup>), mantendo a atividade antioxidante (39 a 60 g g<sup>-1</sup> DPPH). A farinha de janeiro obteve maior acidez, maior teor de açúcares, coloração roxa mais intensa e maior atividade antioxidante sendo adicionada no sorvete. Desta forma resultou em sorvetes com características nutricionais, presença de antocianinas (7,41 a 11,41 mg 100 g<sup>-1</sup>), compostos fenólicos (215 a 317 mg EAG 100 g<sup>-1</sup>), atividade antioxidante (EC<sub>50</sub> 1829 a 472 g g<sup>-1</sup> DPPH), com qualidade microbiológicas comprovada e potencial para veículo do probiótico *Lactobacillus paracasei*. Na aceitação sensorial, a adição de até 8% de farinha de guabijú no sorvete foi aceito pelos consumidores com índices de aceitabilidade > 78% para os atributos avaliados e intenção de compra no grau “certamente compraria”.

**Palavras chave:** Antocianinas. Antioxidantes. Probiótico. Fruto nativo.



## ABSTRACT

DETONI, Elisandra. Probiotic guabijú ice cream (*Myrcianthes pungens*): development, characterization, evaluation of bioactive compounds and viability of *Lactobacillus paracasei*, 2020. 89 FOLHAS. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2020.

Ice cream is a dairy product, composed of sugar, emulsifiers, stabilizers and flavorings. A functional ice cream with healthier characteristics can be produced by adding bioactive compounds like probiotics and natural antioxidants. Probiotics are living microorganisms that confer benefits to the health of the host and can characterize the products as functional. Antioxidants are compounds that effectively inhibit the oxidation of a substrate and are present in numerous plants. Some native fruits are little known, but the consumption of their fruits can bring health benefits. Guabijú (*Myrcianthes pungens*) is a fruit native to Brazil, characterized by its pleasant sweet flavor and purple color when ripe. The use of fruits of native species in food products is evidenced in the literature due to the presence of bioactive compounds and different sensory properties. Thus, an ice cream was developed, with the addition of freeze-dried guabijú flour and the probiotic microorganism *Lactobacillus paracasei*, aiming at a product with functional properties. The fresh fruits were collected in two periods, December 2018 and January 2019 in different plants. The fruits were evaluated for physical-chemical composition, total anthocyanin, phenolic compounds and antioxidant activity, together with the developed flours. The ice cream was developed using three different concentrations of flour, 4%, 8% and 12% and was analyzed for physical-chemical, bioactive, microbiological and sensory composition. During a 90-day storage period, the probiotic viability of the added microorganism was analyzed by counting lactic acid bacteria. The fresh fruit and the flour obtained from the December and January harvest showed antioxidant activity, presence of anthocyanins and phenolic compounds and the use of freeze drying concentrated the contents of these bioactive compounds (anthocyanins between 201 and 220 mg 100 g<sup>-1</sup>, 1822 phenolic compounds at 1919 mg EAG 100 g<sup>-1</sup>), maintaining antioxidant activity (39 to 60 g g<sup>-1</sup> DPPH). January flour obtained greater acidity, higher sugar content, more intense purple color and greater antioxidant activity being added to the ice cream. This resulted in ice cream with nutritional characteristics, presence of anthocyanins (7.41 to 11.41 mg 100 g<sup>-1</sup>), phenolic compounds (215 to 317 mg EAG 100 g<sup>-1</sup>), antioxidant activity (EC50 1829 to 472 g g<sup>-1</sup> DPPH), with proven microbiological quality and potential for the vehicle of the probiotic *Lactobacillus paracasei*. In the sensory acceptance, the addition of up to 8% of guabijú flour to the ice cream was accepted by consumers with acceptability indexes > 78% for the evaluated attributes and purchase intention in the “certainly would buy” degree.

**Keywords:** Anthocyanins. Antioxidants. Probiotic. Native fruit.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 01</b> - Guabijú maduro.....	17
<b>Figura 02</b> - Estrutura básica de flavonoides .....	18
<b>Figura 03</b> - Cátion flavílico .....	19
<b>Figura 04</b> - Mudanças na estrutura das antocianinas em função do pH.....	21
<b>Figura 05</b> - Fluxograma do processamento do guabijú <i>in natura</i> .....	32
<b>Figura 06</b> - Fluxograma de elaboração do sorvete .....	34
<b>Figura 07</b> - Extrato concentrado para determinação de antocianinas .....	39
<b>Figura 08</b> - Extratos de guabijú <i>in natura</i> e farinha liofilizada das colheitas de dezembro e janeiro.....	41
<b>Figura 09</b> - Diluições da solução DPPH .....	41
<b>Figura 10</b> - Extratos de guabijú <i>in natura</i> e farinha liofilizada das colheitas de janeiro e dezembro .....	43
<b>Figura 11</b> - Teste de fusão do sorvete.....	47
<b>Figura 12</b> - Análise de textura sorvete.....	48
<b>Figura 13</b> - Guabijú <i>in natura</i> , liofilizado cortado ao meio e farinha liofilizada .....	51
<b>Figura 14</b> - Formulações de sorvete com farinha de guabijú liofilizado .....	59
<b>Figura 15</b> - Taxa de fusão dos sorvetes com FGLJ e <i>Lactobacillus paracasei</i> durante 120 min .....	64
<b>Figura 16</b> - Derretimento do sorvete com FGLJ e <i>Lactobacillus paracasei</i> .....	65
<b>Figura 17</b> - Caracterização provadores .....	69
<b>Figura 18</b> - Atributos mais apreciados em formulações de sorvete de guabijú .....	71
<b>Figura 19</b> - Atributos menos apreciados em formulações de sorvete de guabijú .....	72

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01</b> - Formulações de sorvete de guabijú .....	33
<b>Tabela 02</b> - Caracterização físico química de guabijú <i>in natura</i> dezembro (GIND), janeiro (GINJ) e farinha liofilizada dezembro (FGLD) e janeiro (FGLJ).....	52
<b>Tabela 03</b> - Caracterização bioativa e perfil mineral de guabijú <i>in natura</i> dezembro (GIND), janeiro (GINJ) e farinha liofilizada dezembro (FGLD) e janeiro (FGLJ).....	55
<b>Tabela 04</b> - Análise de cor de guabijú <i>in natura</i> lado interno e externo da fruta e da farinha liofilizada de ambas colheitas .....	57
<b>Tabela 05</b> - Caracterização físico química das formulações de sorvete de guabijú com <i>Lactobacillus paracasei</i> .....	59
<b>Tabela 06</b> - <i>Overrun</i> , dureza e teste de fusão das formulações de sorvete de guabijú com <i>Lactobacillus paracasei</i> .....	63
<b>Tabela 07</b> - Caracterização microbiológica das formulações de sorvete de guabijú com <i>Lactobacillus paracasei</i> .....	66
<b>Tabela 08</b> - Resultado teste de aceitabilidade e intenção de compra para as formulações de sorvete adicionado de farinha de guabijú liofilizado .....	70

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1 Objetivo geral</b> .....	<b>15</b>
2.1.1 Objetivos específicos .....	15
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1 Frutas Nativas</b> .....	<b>16</b>
<b>3.2 Guabijú (<i>Myrcianthes pungens</i>)</b> .....	<b>16</b>
<b>3.3 Compostos Fenólicos</b> .....	<b>17</b>
3.3.1 Antocianinas .....	18
<b>3.4 Liofilização</b> .....	<b>22</b>
<b>3.5 Sorvete</b> .....	<b>23</b>
3.5.1 Origem, Definição e Composição .....	23
<b>3.6 Alimentos Funcionais</b> .....	<b>26</b>
3.6.1 Microrganismos probióticos .....	27
<b>4 MATERIAIS E METODOS</b> .....	<b>31</b>
<b>4.1 Coleta e Preparo das Amostras</b> .....	<b>31</b>
<b>4.2 Processamento do Sorvete</b> .....	<b>32</b>
<b>4.3 Caracterização das Amostras de Guabijú</b> .....	<b>34</b>
4.3.1 Determinação de Cinzas.....	35
4.3.2 Determinação de Lipídios Totais .....	35
4.3.3 Determinação de Proteína Bruta .....	36
4.3.4 Determinação da Umidade a 70 °C .....	36
4.3.5 Determinação da Umidade a 105 °C .....	37
4.3.6 Determinação de Carboidratos .....	37
4.3.7 Determinação de Acidez Titulável Por Volumetria Potenciométrica .....	37
4.3.8 Determinação do pH.....	37
4.3.9 Determinação de Fibra em Detergente Ácido .....	38
4.3.10 Determinação de Cor.....	38
4.3.11 Antocianina Total .....	39
4.3.12 Atividade Antioxidante .....	40
4.3.13 Compostos Fenólicos .....	42
4.3.14 Determinação de Açúcares Totais Pelo Método DNS .....	43
4.3.15 Sólidos Solúveis Totais.....	44
4.3.16 <i>Ratio</i> .....	44

4.3.17 Granulometria .....	45
4.3.18 Minerais .....	45
<b>4.4 Caracterização das Amostras de Sorvete .....</b>	<b>45</b>
4.4.1 Determinação de Acidez Titulável Por Volumetria .....	46
4.4.2 Teste de Fusão .....	46
4.4.3 Textura.....	47
4.4.4 <i>Overrun</i> .....	48
<b>4.5 Análises Microbiológicas .....</b>	<b>48</b>
<b>4.6 Análise Sensorial .....</b>	<b>49</b>
<b>4.7 Análise Estatística.....</b>	<b>50</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>51</b>
<b>5.1 Desenvolvimento das Farinhas Liofilizadas .....</b>	<b>51</b>
<b>5.2 Caracterização Físico Química das Amostras .....</b>	<b>52</b>
<b>5.3 Desenvolvimento e Caracterização do Sorvete de Guabijú com <i>Lactobacillus paracasei</i>.....</b>	<b>58</b>
<b>5.4 Caracterização Microbiológica.....</b>	<b>66</b>
<b>5.5 Análise Sensorial .....</b>	<b>67</b>
5.5.1 Caracterização de Provadores .....	68
5.5.2 Teste de Aceitação e Intenção de Compra.....	70
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXO A - FICHA PARA CARACTERIZAÇÃO DE EQUIPE.....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO NA FORMA DE CONVITE PARA JULGADORES DE SORVETE .....</b>	<b>85</b>
<b>ANEXO C - FICHA PARA ANÁLISE SENSORIAL .....</b>	<b>87</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A constante demanda por alimentos mais saudáveis está fazendo com que as indústrias alimentícias busquem diferentes ingredientes para agregar aos alimentos produzidos. As sobremesas lácteas congeladas, como o sorvete, são consumidas mundialmente (SUN-WATERHOUSE et al., 2013) e por este motivo podem ser acrescidas de ingredientes funcionais, promovendo assim seu enriquecimento nutricional (LAMOUNIER et al., 2015).

O sorvete geralmente possui em sua composição leite bovino, açúcar, emulsificantes, estabilizantes e aromatizantes (ERKAYA; DAĞDEMİR; SENGÜL, 2012). Sua estrutura é formada por cristais de gelo, bolhas de ar e glóbulos de gordura parcialmente coalescidas e dispersas em uma emulsão mantida pelo congelamento (SOUKOULIS; TZIA, 2018). Embora possam ser encontrados nutrientes básicos a nutrição do organismo, como as proteínas, o sorvete é pobre em minerais, fibras, vitaminas e antioxidantes naturais (ERKAYA; DAĞDEMİR; SENGÜL, 2012). Seu consumo fornece alta energia para os consumidores e tem impacto sobre a saúde humana (ÖZTÜRK; DEMIRCI; AKIN, 2018).

As propriedades funcionais de muitos frutos ou plantas podem ser aplicadas no desenvolvimento de produtos em benefício à saúde. Um sorvete mais nutritivo e saudável pode ser produzido pela adição de compostos naturais, baixo teor de gordura e isenção de aditivos sintéticos (SUN-WATERHOUSE et al., 2013). O uso de ingredientes probióticos, fibras alimentares e antioxidantes naturais na fabricação de sorvetes aumentou devido ao interesse dos consumidores por alimentos mais saudáveis e funcionais (ERKAYA; DAĞDEMİR; SENGÜL, 2012).

Dessa forma, em se tratando dos ingredientes probióticos, de acordo com a FAO; WHO, (2001) estes são microrganismos vivos que quando administrados em quantidades adequadas conferem um benefício à saúde do hospedeiro. O controle e proteção de doenças inflamatórias intestinais e melhorias no sistema imunológico são alguns dos benefícios associados ao consumo de alimentos probióticos (TRIPATHI; GIRI, 2014).

Para aplicação em alimentos, os microrganismos probióticos precisam atender a critérios de seleção que incluem a segurança ao consumo, sobrevivência as alterações que ocorrem ao longo do trato gastrointestinal, cultivo em grande escala, estabilidade genética e capacidade de manter a viabilidade em produtos alimentícios (BINNS, 2014). Os microrganismos probióticos caracterizam os produtos como funcionais, no entanto é preciso que se mantenham viáveis acima de  $10^6$  unidades formadoras de colônia (UFC) para atingir sua eficácia (CRUXEN et al., 2017; TRIPATHI; GIRI, 2014).

Existem vários microrganismos com potencial probiótico, mas para o uso comercial em alimentos as bactérias dos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* são as mais usadas, devido seu histórico de uso seguro e por serem consideradas “Geralmente Reconhecido como Seguro” (GRAS). O gênero *Lactobacillus* é considerado mais resistente em relação às *Bifidobacterium*, é mais adaptável ao baixo pH, ao leite e outros substratos alimentares (TRIPATHI; GIRI, 2014). No entanto os *Lactobacillus* podem ser afetados por altas taxas de oxigênio (SENAKA RANADHEERA et al., 2013), enquanto algumas espécies de *Bifidobacterium* exibem maior tolerância ao oxigênio, podendo ser usada em diversos produtos lácteos (CRUXEN et al., 2017).

Outra propriedade funcional demandada pelos consumidores é referente ao potencial antioxidante dos alimentos. Antioxidantes são compostos que inibem a oxidação de um substrato de maneira eficaz, sendo capazes de estabilizar ou desativar os radicais livres antes que ataquem as células (CASTRO, 2012). Uma ampla variedade de frutas tem mostrado benefícios para a saúde, devido presença de antioxidantes, minerais, vitaminas e fibras (ERKAYA; DAĞDEMİR; SENGÜL, 2012). Existe uma grande diversidade de frutas no mundo, muitas delas são de espécies nativas, pouco conhecidas e sem exploração comercial (SERAGLIO et al., 2018). As frutíferas silvestres possuem uma grande diversidade genética e o consumo de seus frutos podem trazer benefícios à saúde.

As espécies pertencentes à família *Myrtaceae* ocorrem em regiões subtropicais e tropicais do mundo (SERAGLIO et al., 2018). No Brasil são abundantes, podendo ser encontradas em todo território (SOUZA et al., 2011). Várias espécies dessa família possuem frutos comestíveis, porém muitas delas não apresentam comércio em grande escala (SERAGLIO et al., 2018). Embora utilizadas como plantas de ornamentação e de consumo restrito apenas na região onde é popularmente

conhecida, algumas espécies têm despertado interesse devido aos frutos apresentarem atividade antioxidante e elevado teor de compostos fenólicos e flavonoides, como as antocianinas (BORGES; CONCEIÇÃO; SILVEIRA, 2014).

O guabijú (*Myrcianthes pungens*) de nome indígena *wa'bi* (comestível) *yu* (amarelo), é um fruto nativo do Brasil (SARMENTO; SILVA; SILVA, 2012). Sua ocorrência é mais comum no sul do Brasil e em países como Argentina, Uruguai e Paraguai (BURCKHARDT et al., 2012). O fruto é uma baga arredondada, com polpa amarelada, suculenta, de sabor doce agradável e com uma a duas sementes. Quando maduro, a casca é roxa (DALLA NORA et al., 2014a).

Os frutos do guabijúzeiro são relatados na literatura como fonte de compostos bioativos, incluindo antocianinas e compostos fenólicos (ANDRADE et al., 2011; DALLA NORA et al., 2014a; SERAGLIO et al., 2018). Estes compostos possuem propriedades antioxidantes capazes de prevenir a deterioração de produtos oxidáveis em alimentos e cosméticos. Também são benéficos para a saúde humana, atuando no combate de radicais livres que causam desequilíbrio no organismo e estão associados a doenças degenerativas como o Alzheimer (CASTRO, 2012).

A utilização de frutos de espécies nativas em produtos alimentícios apresenta potencial inovador, permitindo a obtenção de cores, sabores e aplicações diferentes. O sorvete é um produto bem aceito por todas as faixas etárias e altamente consumido. O enriquecimento nutricional com ingredientes que promovem saúde, sabor e conveniência aos consumidores pode levar a um maior crescimento do mercado de produtos lácteos (CRUXEN et al., 2017).

O guabijú, um fruto nativo com propriedades antioxidantes, não tem sido aplicado em produtos alimentícios até o momento. Dentre os tipos de alimentos em que pode ser adicionado mantendo suas características está o sorvete. Desta forma foi desenvolvido uma farinha com o fruto liofilizado (polpa e casca) e adicionada a formulações de sorvete, juntamente com o microrganismo probiótico, *Lactobacillus paracasei*. Logo, foi desenvolvido um produto funcional com propriedades antioxidantes e probióticas, inovador em termos de características sensoriais no ramo dos lácteos, buscando atender ao público que busca uma alimentação saudável.



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Desenvolver um sorvete funcional adicionado de farinha de guabijú (*Myrcianthes pungens*) liofilizada e *Lactobacillus paracasei*.

#### 2.1.1 Objetivos específicos

- Liofilizar a polpa com a casca do guabijú;
- Obter, por meio da moagem, a farinha de guabijú liofilizado para adição no sorvete;
- Elaborar três formulações do sorvete adicionado de *Lactobacillus paracasei*, contendo diferentes quantidades de farinha de guabijú liofilizado.
- Determinar atividade antioxidante, compostos fenólicos e antocianinas do fruto in natura, farinha e sorvete;
- Determinar a composição proximal do fruto in natura e farinha liofilizada de guabijú;
- Avaliar a viabilidade do microrganismo *Lactobacillus paracasei* no sorvete durante 90 dias de armazenamento;
- Realizar análises físico-químicas e microbiológicas no sorvete;
- Determinar a aceitação sensorial das amostras de sorvete adicionadas da farinha de guabijú liofilizado e do probiótico.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Frutas Nativas

Há uma grande diversidade genética de plantas frutíferas no Brasil, muitas delas nativas e com pouca exploração comercial. Dentre as espécies, tem-se a família Myrtaceae, a qual compreende 121 gêneros e mais de três mil espécies entre arbustos e árvores, distribuídos principalmente em regiões de clima tropical e subtropicais do mundo (SERAGLIO et al., 2018; SOUZA et al., 2011; STEFANELLO; PASCOAL; SALVADOR, 2011).

Algumas espécies desta família possuem frutos comestíveis como o araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine), a pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), a jabuticabeira (*Plinia trunciflora*) e o guabijú (*Myrcianthes pungens*) que são predominantes na região sul do Brasil. Tais espécies são fonte de interesse para pesquisadores e indústrias alimentícias visto que seu consumo está associado a efeitos benéficos ao organismo humano (RASEIRA et al., 2004).

As plantas nativas possuem potencial para exploração comercial pois podem ser aplicadas em produtos alimentícios e inovar nas características sensoriais e nutricionais.

#### 3.2 Guabijú (*Myrcianthes pungens*)

O guabijú (*Myrcianthes pungens*) cujo nome indígena é *wa'bi* (comestível) *yu* (amarelo), é uma fruta nativa do Brasil de maior ocorrência nos estados do sul do país e em países como Argentina, Paraguai e Uruguai (BURCKHARDT et al., 2012; SARMENTO; SILVA; SILVA, 2012).

O guabijuzeiro pode atingir entre 15 e 25 metros de altura e tem como habitat matas ciliares e encostas de rios e morros. Devido suas características de folhagem e tronco, é também cultivado em ambientes domésticos, empregado na ornamentação de cidades ou em plantios mistos com a finalidade de conservação. Sua floração ocorre nos meses de setembro a janeiro e a frutificação de dezembro a abril (FIOR et al., 2010; SARMENTO; SILVA; SILVA, 2012; SOUZA, 2010; SOUZA et al., 2011).

Estão associados à espécie propriedades medicinais como as antidiarreicas, estimulantes, estomacais e tônicas encontradas na folha e tronco de guabijú (ANDRADE et al., 2011; SARMENTO; SILVA; SILVA, 2012).

A fruta é uma baga arredondada, de polpa amarelada, suculenta com sabor doce agradável (Figura 01). Possui de uma a duas sementes, casca grossa e aveludada que quando madura é de cor roxo escuro (DALLA NORA et al., 2014a; KALSCHNE et al., 2019; SERAGLIO et al., 2018). O consumo do guabijú é geralmente *in natura*, mas pode ser utilizado para fabricação de doces, geleias, licores e sorvetes (SARMENTO; SILVA; SILVA, 2012; SOUZA, 2010).

**Figura 01** - Guabijú maduro



Fonte: Molz (2009).

Além do potencial em sabores que o fruto oferece, o guabijú foi relatado por suas características bioativas, como a presença de carotenoides e antocianinas na composição (DALLA NORA et al., 2014a). Estes compostos estão associados a atividade antioxidante que promove efeitos benéficos ao organismo humano.

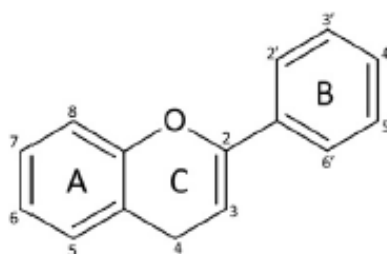
O guabijú é uma fruta com pouca exploração comercial, consumida regionalmente durante seu período de maturação. Considerando que apresenta em sua composição quantidades significativas de compostos bioativos, pode utilizar-se de suas propriedades para o desenvolvimento de produtos e propagação da espécie.

### **3.3 Compostos Fenólicos**

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários de plantas, importantes ao seu crescimento e reprodução. Possuem efeito protetor contra patógenos, predadores, raios UV e contribuem nas características sensoriais de frutas e vegetais (VUOLO; LIMA; MARÓSTICA JUNIOR, 2018). Sua estrutura contém ao menos um anel aromático com um grupo hidroxila (Figura 02). Podem variar de simples moléculas a compostos com grande variedade estrutural (DE LA ROSA et al., 2019; VUOLO; LIMA; MARÓSTICA JUNIOR, 2018).

São classificados em dois grandes grupos: flavonoides e não flavonoides. Os flavonoides são a maior classe de compostos fenólicos representando mais de 6000 estruturas (DE LA ROSA et al., 2019; VUOLO; LIMA; MARÓSTICA JUNIOR, 2018). Estes compostos possuem baixo peso molecular e estrutura marcada pela presença de 15 átomos de carbono na forma C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>, sendo divididos em classes dependendo das diferenças no anel pirano (DE LA ROSA et al., 2019; MARÇO; POPPI; SCARMINIO, 2008; VUOLO; LIMA; MARÓSTICA JUNIOR, 2018).

**Figura 02** - Estrutura básica de flavonoides



A e B: anéis de fenil; C: Anel pirano heterocíclico. Fonte: De La Rosa et al., (2019).

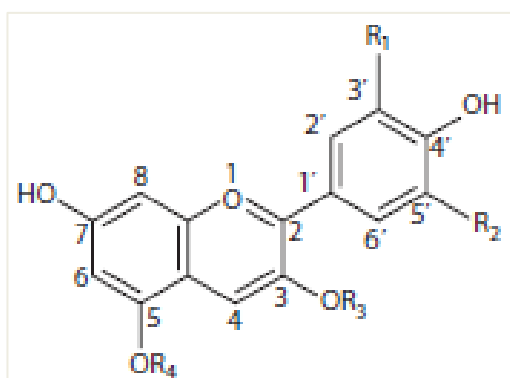
### 3.3.1 Antocianinas

O termo antocianina é derivado de duas palavras gregas, *anthos*: flores e *kyanos*: azul. Esta denominação era utilizada para se referir aos pigmentos azuis das flores (MARÇO; POPPI; SCARMINIO, 2008; SCHWARTZ et al., 2017). As antocianinas são responsáveis pela coloração rosa, vermelha, azul, laranja e púrpura de uma ampla gama de plantas, sendo esta dependente do pH e das diferenças no

número de grupos hidroxila e metoxila na estrutura (NGAMWONGLUMLERT; DEVAHASTIN; CHIEWCHAN, 2017; SCHWARTZ et al., 2017).

Assim como os demais flavonoides, a molécula de antocianina é caracterizada pelo formato C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> diferenciando-se umas das outras pelo número de grupos hidroxilas, os tipos, locais e números de açúcares ligados à sua estrutura, os grupos aromáticos ou alifáticos ligados ao açúcar e a posição dessas ligações, totalizando em mais de 700 tipos de compostos (MARÇO; POPPI; SCARMINIO, 2008; SCHWARTZ et al., 2017). A estrutura fundamental de uma antocianina está representada na figura 03, a qual é derivada do cátion flavílico do 2-fenilbenzopirrilio.

**Figura 03** - Cátion flavílico



R1 e R2: H, OH ou OCH<sub>3</sub>; R3: glicosil; R4: glicosil ou H. Fonte: Schwartz et al., (2017).

A presença dos açúcares permite as antocianinas maior solubilidade, principalmente em água, e estabilidade do pigmento. Os açúcares mais comumente ligados em moléculas antocianinas são a glicose, galactose, arabinose, xilose, ramnose e di ou trissacarídeos homogêneos ou heterogêneos, enquanto que a acilação de antocianinas inclui os ácidos alifáticos identificados como acético, malônico, succínico, oxálico, tartárico e málico, e ácidos aromáticos como o p-cumárico, cafeico, ferúlico e p-hidroxibenzóico (KAMMERER, 2016; MARÇO; POPPI; SCARMINIO, 2008; SCHWARTZ et al., 2017). A acilação de compostos com moléculas de açúcar ocorre principalmente nas posições C-3 e C-5 da estrutura (SCHWARTZ et al., 2017).

Antocianinas livres de substituições de açúcar são conhecidas como antocianidinas, as quais são altamente instáveis. Entre as antocianidinas de maior ocorrência estão cianidina, delphinidina, malvidina, pelargonidina, peonidina e

petunidina e destas derivam as antocianinas mais encontradas nas plantas, como a cianidina 3-glucosídeo (MARÇO; POPPI; SCARMINIO, 2008; SCHWARTZ et al., 2017). As antocianidinas diferem em seus padrões de hidroxilação e metilação, combinando diferentes tons de cores, variando de um vermelho alaranjado de pelargonidina ao violeta azul da delfinidina (KAMMERER, 2016).

As antocianinas têm despertando interesse em diversas áreas de estudo como na saúde, devido potencial terapêutico, e na indústria alimentícia pois são importantes para a qualidade dos alimentos contribuindo para a cor e aparência (LEE; DURST; WROLSTAD, 2005; MARÇO; POPPI; SCARMINIO, 2008). As propriedades relacionadas à saúde, associadas a antocianinas, são atreladas principalmente a atividade antioxidante, que inibe a oxidação das moléculas causadas pelos radicais livres proporcionando efeitos como a atividade anti-inflamatória, anti-mutagênico, proteção a doenças neurodegenerativas, prevenção a certos tipos de canceres e redução do risco de doença coronariana (CHEN et al., 2015; VICENTE DRAGANO; CASTRO MARQUES, 2016).

Na área de alimentos, as antocianinas são possíveis alternativas aos corantes sintéticos. Na forma acilada possuem maior estabilidade e podem proporcionar coloração estável a uma ampla variedade de produtos alimentícios comerciais. Também podem ser consideradas corantes com valor agregado, devido ao potencial antioxidante associado a vários benefícios à saúde (SCHWARTZ et al., 2017).

Muitas espécies de frutas vêm sendo analisadas em função da presença de antocianinas, principalmente os pequenos frutos ou então bagas. Como estes compostos são mais predominantes na parte externa da planta, os frutos de tamanho pequeno, caracterizados por uma alta relação superfície-volume, possuem um elevado teor de antocianinas. A alta concentração destes pigmentos gera uma estabilidade melhorada, devido à interação das antocianinas entre si, protegendo-as da hidratação ou degradação (KAMMERER, 2016).

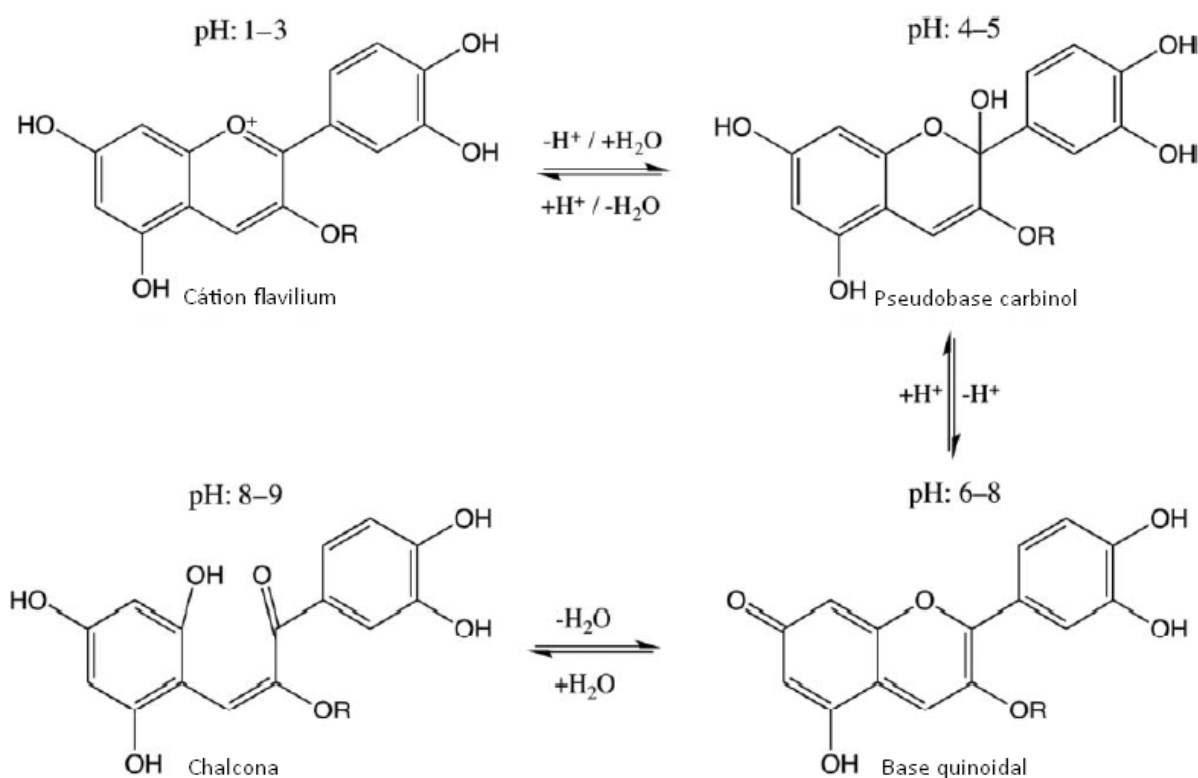
Em espécies como o açaí (*Euterpe oleracea* Martius), camu-camu (*Myrciaria dubia* Kunth McVaugh) e guabijú já foram identificadas as antocianinas cianidina-3-glicosídeo, cianidina-3-rutinosídeo, delfinidina-3-glucosídeo e malvidina-3-glicosídeo (DALLA NORA et al., 2014a; DIAS et al., 2012; ZANATTA et al., 2005), constatando assim potenciais fontes de antocianinas.

Para aplicação destes compostos em alimentos é necessário conferir-lhe condições estáveis, evitando as possíveis degradações das antocianinas. Além de

sua estrutura química, alguns fatores extrínsecos que interferem na estabilidade, principalmente da cor das antocianinas são mudanças de pH, temperatura, luz e composição da matriz (SCHWARTZ et al., 2017).

Os pigmentos que possuem maior número de grupos hidroxila exibem tonalidade mais azulada, enquanto os que possuem maior número de metoxilados exibem mais vermelhidão. O pH provoca transformações reversíveis na estrutura das antocianinas e afeta a mudança na cor. Na figura 04 é possível observar as mudanças estruturais em função da alteração do pH. Em pH mais ácido (1-3) a estrutura do cátion flavílium é vermelha, enquanto em pH 4-5 torna-se incolor e forma a pseudobase carbinol. Em pH 6 ocorre a formação da base quinoidal e mudança para coloração azul/violeta instável. Esta base quinoidal transforma-se em chalcona com a alteração do pH para 8, predominando a coloração amarela (NGAMWONGLUMLERT; DEVAHASTIN; CHIEWCHAN, 2017).

**Figura 04** - Mudanças na estrutura das antocianinas em função do pH



Fonte: adaptado de Ngamwonglumlert; Devahastin; Chiewchan, (2017).

A degradação das antocianinas por interferência de temperatura ocorre próximo de 100 °C ou até mais. A elevação da temperatura forma a pseudobase de carbinol incolor seguida da chalcona que forma um produto de cor marrom (NGAMWONGLUMLERT; DEVAHASTIN; CHIEWCHAN, 2017). A degradação das antocianinas pelo calor depende da temperatura e tempo aplicados, bem como do tipo de antocianina (SCHWARTZ et al., 2017).

A exposição a luz acelera a degradação das antocianinas após a ruptura dos tecidos das plantas e na presença de oxigênio as antocianinas escurecem (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007; SCHWARTZ et al., 2017). Compostos como ácido ascórbico, metais, açúcares, enzimas e proteínas podem degradar as antocianinas do alimento, dependendo de como ocorre sua interação com o elemento. O conhecimento sobre a estrutura e compostos que afetam este composto é importante para seleção de técnicas adequadas para extração e preservação das antocianinas nos alimentos.

### **3.4 Liofilização**

As frutas de maneira geral são muito perecíveis, justamente por seu grande teor de umidade. São sazonais e não possuem prazo de validade longo. Após a colheita transformações fisiológicas e bioquímicas continuam acontecendo e podem causar alterações em seus tecidos como o amolecimento, mudanças na coloração e perda de alguns nutrientes (JIANG; ZHANG; ADHIKARI, 2013). Muitas destas alterações são típicas do processo de amadurecimento das frutas, no entanto algumas podem não ser desejadas (GONÇALVES et al., 2012).

Para que os nutrientes de frutas e verduras, tais como minerais, vitaminas, fibras e compostos bioativos, possam ser disponibilizadas ao consumo e uso por período maior, muitas espécies de frutas são processadas. Existem métodos diferenciados para a conservação, processamento e aumento da vida útil de tais ingredientes, como a liofilização (JIANG; ZHANG; ADHIKARI, 2013).

A liofilização é a remoção da água de um alimento por sublimação. O produto a ser desidratado é congelado e depois submetido ao vácuo. O vapor de água liberado é capturado na superfície de um condensador a temperaturas muito baixas (BERK, 2013; FELLOWS, 2017).



Em comparação a outros métodos, como a secagem por circulação com ar quente, a liofilização é considerada uma das melhores técnicas para se empregar na desidratação de frutas, visto que mantem aspectos característicos como a cor, odor e a retenção de nutrientes (FELLOWS, 2017; VIEIRA; NICOLETI; TELIS, 2012). As mudanças na estrutura do alimento são mínimas e a reidratação é rápida. Em paralelo possibilita-se a redução do volume, peso e forma de armazenamento do produto (BERK, 2013; FELLOWS, 2017).

A liofilização é uma técnica com altos custos de produção quando comparada a métodos convencionais de secagem, sendo que as primeiras aplicações foram na indústria farmacêutica. No ramo alimentício e em escala industrial o uso da técnica foi após a década de 1950 (BERK, 2013). No entanto o valor agregado e a qualidade superior dos alimentos liofilizados são fatores determinantes para uso da técnica.

Os compostos presentes em frutas e vegetais podem ser preservados com uso da liofilização, garantindo assim sua disponibilidade ao consumo e aplicação em diversos alimentos. Uma matriz alimentícia que pode ser enriquecida é o sorvete, visto que é um produto bem aceito por diversas faixas etárias.

### **3.5 Sorvete**

#### **3.5.1 Origem, Definição e Composição**

A origem do sorvete tem várias hipóteses, mas não se sabe ao certo se foi introduzido por árabes, gregos, romanos, chineses ou espanhóis, os primeiros indícios da existência do sorvete datam de 250 A.C. quando polpas de frutas eram misturadas a neve e eram servidas aos imperadores (SOUZA et al., 2010). Esta mistura congelada é definida pela legislação brasileira como:

Produto alimentício obtido a partir de uma emulsão de gordura e proteína, com ou sem adição de outros ingredientes, que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante a armazenagem, o transporte e a entrega ao consumo (BRASIL, 2005).

A popularidade do sorvete está associada a características como o congelamento parcial, textura macia e sensação refrescante produzida quando o

produto é consumido. A suavidade e maciez do produto envolvem a incorporação do ar no momento da agitação e o uso de ingredientes de boa qualidade para sua elaboração (CRUZ et al., 2009).

Embora o leite seja um ingrediente básico na elaboração de sorvetes, outros produtos podem ser adicionados em sua composição, melhorando assim as características finais do produto.

A gordura do leite é importante para a textura, sabor e tonalidade mais branca do produto. As gotículas dispersas de gordura agem como um agente de revestimento, branqueando a tonalidade da cor (KRAHL; FUHRMANN; DIMASSI, 2016). Outras fontes de gordura são geralmente incorporadas ao produto, como a gordura de origem vegetal, contribuindo para uma textura macia, estabilização da mistura e formação de menores cristais de gelo durante o congelamento (SMITH, 2015).

Os sorvetes podem ser diferenciados devido seu teor de gordura, sendo de baixa ou elevada quantidade de gordura. O baixo teor de gordura aumenta a sensação de frio dos sorvetes ao degustá-los, enquanto os com altos teores de gordura reduzem a sensação bucal de frio, por sua maior cremosidade e ação lubrificante proporcionada (SMITH, 2015; SOUZA et al., 2010).

Os sólidos não gordurosos do leite são constituídos pelas proteínas, lactose e minerais. Contribuem para o sabor, textura, valor nutritivo e suavidade do produto. A lactose confere sabor adocicado, mas como é pouco solúvel em relação a outros açúcares, seu excesso pode cristalizar e intervir negativamente na textura, causando arenosidade no produto (SMITH, 2015; SOLER; VEIGA, 2001).

Os sais minerais são responsáveis pelo sabor salgado, balanceando a mistura e contribuindo para o sabor característico do produto. A adição de sais minerais auxilia na neutralização da acidez e ajuda controlar a separação da gordura na calda durante o processo de congelamento. Os citratos e fosfatos tem efeito sobre as propriedades reológicas do sorvete como a estabilidade da emulsão e consistência final. De modo geral os sais minerais são adicionados em quantidades limitadas, visto que já estão presentes em outros ingredientes que fazem parte da composição do sorvete (SOUZA et al., 2010).

As proteínas do leite têm funções diferentes nos sorvetes. As proteínas do soro deixam o sorvete com textura mais macia, aumentam a viscosidade e a resistência ao derretimento. O excesso de proteínas do soro pode causar sabor

salgado, de leite fervido e aumentar o risco da cristalização da lactose durante o armazenamento (SOLER; VEIGA, 2001).

As proteínas do leite, mais especificadamente a caseína, promovem a estabilização da emulsão. Durante a homogeneização do mix cobrem a superfície dos glóbulos de gordura, evitando a separação durante o batimento e congelamento. Também conferem sabor leitoso característico e efeito clareador ao sorvete (KRAHL; FUHRMANN; DIMASSI, 2016; SOLER; VEIGA, 2001).

O sabor doce e atrativo do sorvete é devido a adição de adoçantes, principalmente a sacarose. Além deste açúcar, a utilização de mel, glucose e xaropes também é aplicada na elaboração de sorvetes. Os açúcares melhoram a textura e palatabilidade do produto e contribuem para diminuir o ponto de congelamento da mistura, garantindo que a fase aquosa do sorvete não congele completamente (SMITH, 2015; SOLER; VEIGA, 2001).

Para evitar a formação de grandes cristais de gelo durante o armazenamento e a separação do soro durante o processamento do sorvete são adicionados os estabilizantes. Estes, são hidrocolóides que também contribuem para melhorar a estrutura, textura e auxiliam na redução da velocidade do derretimento do sorvete (SMITH, 2015; SOLER; VEIGA, 2001). As gomas como a carboximetilcelulose, guar, carragenas, pectinas e alginatos são os mais aplicados na indústria de sorvetes (SOLER; VEIGA, 2001).

Os mono e diglicerídeos são os emulsificantes mais aplicados na fabricação de sorvete. São usados para facilitar a formação de uma emulsão, promovendo a uniformidade durante o batimento. No sorvete proporcionam textura macia, estrutura firme e células de ar menores e bem distribuídas (SMITH, 2015; SOLER; VEIGA, 2001; SOUZA et al., 2010).

Ingredientes fundamentais no sorvete também são a água e o ar. A água está presente na mistura tanto na fase líquida, formado a "matriz" do sorvete e na fase sólida quando cristais de gelo são formados dando solidez e corpo, enquanto o ar está incorporado ao sorvete (SMITH, 2015; SOLER; VEIGA, 2001; SOUZA et al., 2010). O *overrun* é o aumento do volume do sorvete pela incorporação de ar durante o batimento, sendo responsável pela qualidade e rendimento do produto. O ar contribui para a cremosidade do sorvete e proporciona sensação de leveza na boca (GIBSON; NEWSHAM, 2018).

O sorvete é um produto promissor para adição de culturas probióticas, devido a disponibilidade de nutrientes em sua composição. Além disso, parâmetros como pH entre 5,5 a 6,5 leva a uma maior sobrevivência das culturas lácticas durante o armazenamento (CRUZ et al., 2009; MARINO et al., 2017). Fontes de ingredientes mais saudáveis podem aumentar o valor nutritivo do sorvete e conferir ao mesmo características funcionais.

### **3.6 Alimentos Funcionais**

O termo alimentos funcionais foi introduzido no Japão em meados dos anos 1980, com a intenção de desenvolver alimentos com efeitos fisiológicos benéficos e que possibilitassem a redução dos gastos com saúde pública, considerando a elevada expectativa de vida naquele país. Assim, o Japão foi pioneiro na formulação do processo de regulamentação específica para os alimentos funcionais e este princípio foi adotado por diversos países do mundo (STRINGHETA et al., 2007).

No Brasil, a legislação define alegação de propriedade funcional e alegação de propriedade de saúde, estabelecendo diretrizes para sua utilização, condições de registro para os alimentos com alegação de propriedade funcional e, ou, de saúde (BRASIL, 2002, 2019). Dentre os alimentos com alegação funcional estão várias substâncias bioativas, as quais possuem ação metabólica ou fisiológica específica, como os flavonoides e polifenóis que podem ser encontrados em diversas plantas.

Flores e frutas, especialmente as bagas, possuem compostos de interesse importantes à saúde e oferecem uma variedade de cores e sabores, principalmente encontradas em antocianinas e carotenoides (ERKAYA; DAĞDEMİR; SENGÜL, 2012). Desta forma, os alimentos que promovem a saúde além da nutrição básica definidos como alimentos funcionais, fazem parte de uma ampla gama de alimentos como probióticos, prebióticos, simbióticos, compostos bioativos, como antioxidantes, minerais, vitaminas, peptídeos ativos (MARINO et al., 2017).

### 3.6.1 Microrganismos probióticos

O termo bactéria probiótica foi introduzida por Elie Metchnikoff no século XX, o qual propôs a teoria de que a manipulação da microbiota intestinal com bactérias benéficas possuía a capacidade de melhorar a saúde e prolongar a vida (CHUGH; KAMAL-ELDIN, 2020; GORDON, 2008). Os lactobacilos foram alvo de suas pesquisas, onde afirmava que leites fermentados por algumas cepas deste gênero produziam efeitos benéficos a saúde do hospedeiro, reduzindo os efeitos causados por toxinas presentes nos alimentos (BINNS, 2014; CHUGH; KAMAL-ELDIN, 2020). A descoberta de Elie Metchnikoff atualmente é evidenciada por diversos estudos. Os probióticos são importantes alimentos funcionais, sendo introduzidos em alimentos variados, tais como pães, cereais, sucos, produtos cárneos e lácteos (CHUGH; KAMAL-ELDIN, 2020).

Dentre as definições de probióticos a mais usada é a determinada pela FAO; WHO, (2001), sendo os probióticos definidos como "microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem um benefício à saúde do hospedeiro". A viabilidade do microrganismo probiótico é uma característica importante no produto, pois este só exercera efeitos benéficos ao organismo se permanecer viável durante todo período de armazenamento (BINNS, 2014). Desta forma, é necessário a ingestão diária acima de  $10^6$  UFC  $g^{-1}$  para garantir sua funcionalidade (CHUGH; KAMAL-ELDIN, 2020; CRUXEN et al., 2017; FAZILAH et al., 2018; TRIPATHI; GIRI, 2014).

Além da viabilidade no produto e da capacidade de promover efeitos benéficos, as cepas probióticas precisam ser passíveis de cultivo em grande escala e manter-se geneticamente estáveis. Outros critérios de seleção são a sobrevivência no trato gastrointestinal, local em que exercerão seus supostos efeitos. Precisam resistir as alterações de pH e de alimentos ingeridos, presença de ácido gástrico, enzimas salivares, secreções de bile e enzimas no intestino delgado. Também precisam competir com a microbiota residente (BINNS, 2014; TRIPATHI; GIRI, 2014). Essas bactérias também precisam ser consideradas "Geralmente Reconhecidas como Seguras – GRAS" para utilização em alimentos (TRIPATHI; GIRI, 2014).

Entre os microrganismos mais utilizados estão os gêneros lactobacilos e bifidobactéria. As espécies *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*,

*Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus lactis*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium lactis* e *Bifidobacterium animalis* estão dentre as mais aplicadas em alimentos (FAZILAH et al., 2018; TRIPATHI; GIRI, 2014).

Os lactobacilos são bactérias gram-positivas e anaeróbicas facultativas, predominantes no intestino delgado. Possuem efeitos de inibição na proliferação de microrganismos não benéficos e produção de ácidos orgânicos que retardam o crescimento de bactérias patogênicas. As bifidobactérias são anaeróbicas ou anaeróbicas estritas, normalmente predominantes no intestino grosso, e têm papel benéfico nos quadros de diarreia (FLESCHE; POZIOMYCK; DAMIN, 2014).

Os lactobacilos são geralmente mais fortes do que as bifidobactérias, são mais robustos, mais resistentes ao baixo pH e se adaptam ao leite e outros substratos alimentares. Desta forma, um grande número de espécies probióticas de lactobacilos são adequadas para aplicações em alimentos (TRIPATHI; GIRI, 2014).

O gênero *Lactobacillus* representa o maior grupo dentro da família *Lactobacillaceae*, com mais de 100 espécies e subespécies. São bactérias Gram-positivas, aerotolerantes, mas crescem bem em condições de anaerobiose. São divididas em dois grandes grupos dependendo da capacidade de fermentar açúcares: heterofermentativas, que convertem açúcares em ácido láctico, ácido acético, etanol e CO<sub>2</sub> e homo fermentativas, convertem açúcares principalmente em ácido láctico (BURITI; SAAD, 2007; ILHA, 2015). As bactérias da espécie *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus rhamnosus* e *Lactobacillus zae* compreendem o grupo taxonômico *Lactobacillus casei*. As características metabólicas e de crescimento são variadas e tem sido utilizada em fermentações de alimentos, especialmente produtos lácteos (BURITI; SAAD, 2007; ILHA, 2015).

O gênero lactobacilos é muito heterogêneo em função das várias espécies que surgiram ao longo dos anos. Com base em parâmetros que incluem a Identidade Média de Aminoácidos, a Porcentagem de Proteínas, a Identidade Média de Nucleotídeos e a sequência de 16S rRNA, recentemente foram propostos novos agrupamentos para a família *Lactobacillaceae* (POT et al., 2019). As análises filogenômicas relatadas por Zheng et al., (2020) inclui todos os gêneros da família *Lactobacillaceae* e *Leuconostocaceae* (espécies *Convivina*, *Fructobacillus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Paralactobacillus*, *Pediococcus* e *Weissella*). As células são bactérias Gram-positivas, facultativas não esporiformes ou anaeróbias estritas. O principal produto do metabolismo fermentativo é o lactato, mas

outros produtos podem ser formados, como acetato, etanol, CO<sub>2</sub>, formato ou succinato (ZHENG et al., 2020). Desta forma a espécie utilizada no presente estudo passaria a denominação de *Lacticaseibacillus paracasei subsp. paracasei*.

Uma série de benefícios à saúde são associadas ao consumo de alimentos probióticos, podendo destacar-se a proteção contra patógenos gastrointestinais e aumento do sistema imunológico. Outros efeitos incluem a redução ao risco de doença cardiovascular, redução dos níveis de colesterol e inflamações intestinais. Aplicações na prevenção da diarreia infantil, constipação, osteoporose e alergias alimentares também foram relatadas (CHUGH; KAMAL-ELDIN, 2020; TRIPATHI; GIRI, 2014). Os probióticos são bem tolerados no organismo não existindo efeitos colaterais severos, sendo o mais comum a flatulência.

Os derivados lácteos são os produtos mais utilizados para adição de microrganismos probióticos. Além dos iogurtes e leites fermentados, produtos como queijos, requeijão, sobremesas lácteas e sorvetes também estão sendo enriquecidos pela presença de probióticos. Sperry et al. (2018) obteve resultados satisfatórios na adição de *Lactobacillus casei* 01 em queijo minas frescal. O autor observou eficácia nos parâmetros de colesterol, triacilglicerídeos e hemoglobina de mulheres hipertensas e com sobrepeso.

Góral et al. (2018a) analisou as propriedades do sorvete adicionado com *Lactobacillus rhamnosus B 442*, *Lactobacillus rhamnosus 1937* e *Lactococcus lactis* enriquecidas com íons de magnésio e não identificou diferenças nas propriedades do sorvete, constatando ainda a viabilidade probiótica destes microrganismos. Ayar et al. (2018) elaborou sorvetes enriquecidos com fibras, provenientes de frutas e grãos, e probióticos, constatando elevada viabilidade dos microrganismos *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* durante 60 dias de armazenamento.

Probióticos associados a frutas também foram evidenciados na literatura, como o sorvete probiótico de butiá (*Butia odorata*) por Cruxen et al. (2017), sorvete probiótico com frutos de murta (*Myrtus communis*) por Öztürk; Demirci; Akin, (2018) sorvete com adição de groselha do cabo (*Physalis peruviana* L) por Erkaya; Dagmir; Sengül, (2012).

O sorvete é um produto bem aceito por várias faixas etárias e devido a disponibilidade de compostos em sua matriz, torna-se um veículo promissor para adição de microrganismos probióticos. Desta forma desenvolveu-se um sorvete

funcional adicionado do fruto guabijú liofilizado e do probiótico *Lactobacillus paracasei* incorporando os compostos bioativos e propriedades sensoriais do fruto.



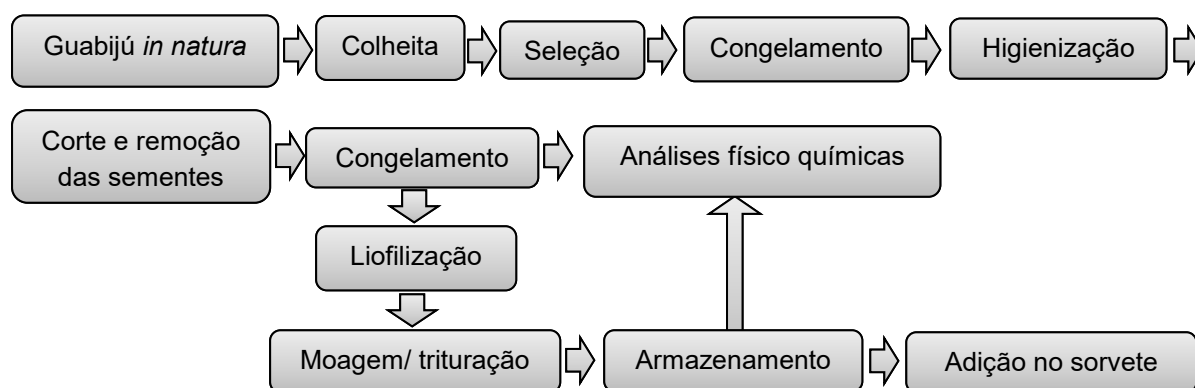
## 4 MATERIAIS E METODOS

### 4.1 Coleta e Preparo das Amostras

Os frutos de guabijú foram coletados na cidade de Francisco Beltrão (latitude: 26° 04' 52" S; longitude: 53° 03' 18"; altitude: 570 m), Paraná (Brasil). A espécie foi colhida de plantas distintas, sendo realizadas duas amostragens: uma em dezembro 2018 e a outra em janeiro de 2019. Foram selecionados frutos maduros e sem defeitos na casca, separados e embalados por época de colheita (dezembro e janeiro) e congelados em *freezer* na temperatura de -18 °C até o momento das análises. Posteriormente, os frutos foram higienizados em água corrente e cortados ao meio (em duas partes) para remoção das sementes, seguindo novamente para o congelamento.

Os frutos de guabijú foram submetidos ao processo de secagem em liofilizador (Labconco, *FreeZone* 6L, Kansas, EUA) a - 40 °C por aproximadamente 72 h, até que a umidade fosse removida. As amostras foram colocadas em embalagens de alumínio, congeladas e dispostas nas bandejas do equipamento. Todas as amostras foram protegidas com filme plástico para evitar contaminação. Para a aplicação no sorvete e realização das análises laboratoriais, as frutas secas foram trituradas em moinho (IKA A11 *basic*, Staufen, Alemanha) até a obtenção de uma farinha fina, que foi armazenada em embalagem fechada e mantida sob congelamento a -22 °C até a utilização. A Figura 05 representa o fluxograma de processamento dos frutos.

**Figura 05** - Fluxograma do processamento do guabijú *in natura*



Fonte: o autor (2019).

## 4.2 Processamento do Sorvete

Para a preparação do sorvete foram desenvolvidas três formulações com os ingredientes: leite integral UHT (Santa Clara), leite em pó integral (Santa Clara), açúcar cristal (Alto Alegre), gordura vegetal (Coamo), xarope de glucose (Marvi Alimentos) estabilizante liga neutra (Duas Rodas), emulsificante Emustab (Duas Rodas), farinha de guabijú liofilizada e o microrganismo probiótico *Lactobacillus paracasei* LPC-37<sup>®</sup> (Danisco<sup>®</sup>).

A quantidade de farinha de guabijú adicionada foi determinada mediante pré-testes e consulta à literatura. Desta forma, foram adicionados os teores de 4, 8 e 12 g a cada 100 mL de leite das formulações, sendo assim denominadas como formulações 4%, 8% e 12% de farinha de guabijú. Os demais ingredientes foram adquiridos no comércio de Medianeira, Paraná. Na Tabela 01 estão dispostas as formulações utilizadas na elaboração dos sorvetes.

**Tabela 01** - Formulações de sorvete de guabijú

<b>Ingredientes* (g)</b>	<b>Formulação 4%</b>	<b>Formulação 8%</b>	<b>Formulação 12%</b>
Açúcar cristal	14,0	14,0	14,0
Emulsificante Emustab	0,1	0,1	0,1
Estabilizante Liga Neutra	0,03	0,03	0,03
Gordura vegetal	5,0	5,0	5,0
Leite em pó integral	10,0	10,0	10,0
Leite integral UHT	100	100	100
Xarope de glucose	6,0	6,0	6,0
Inoculo de <i>L. paracasei</i>	3,0	3,0	3,0
Farinha de guabijú	4,0	8,0	12,0

\*Ingredientes adicionados com base em 100 mL de leite integral. Fonte: o autor (2019).

A elaboração do sorvete ocorreu no Laboratório de Tecnologia de Leites e Derivados, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Medianeira durante o segundo semestre do ano 2019. Os ingredientes para cada formulação foram pesados e identificados separadamente.

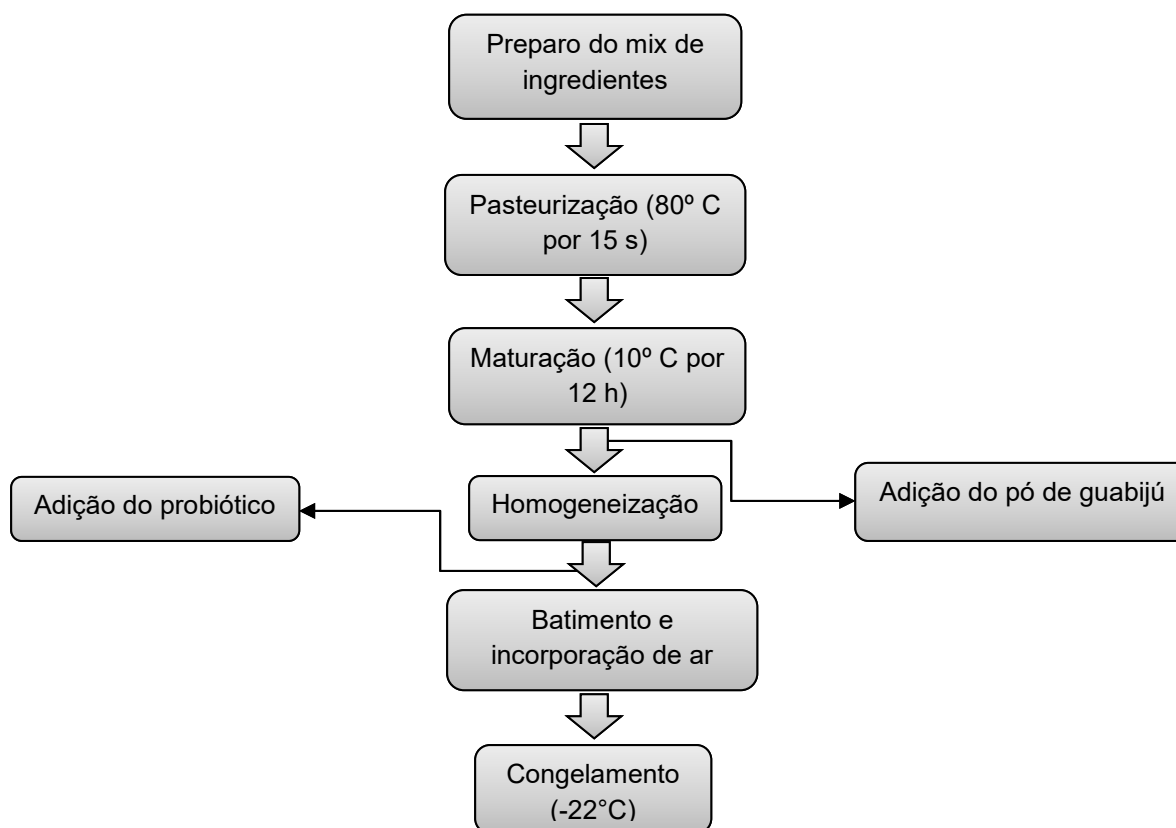
Para produzir o sorvete a primeira etapa foi o aquecimento do leite com a gordura vegetal. Os ingredientes secos (açúcar, leite em pó e estabilizante liga neutra) foram misturados à parte e adicionados ao leite após a completa dissolução da gordura. Acrescentou-se a glucose, homogeneizando a mistura. A calda foi pasteurizada até temperatura de 80 °C por 15 s e resfriada em banho de água e gelo até 30 °C. Após, adicionou-se o emulsificante Emustab e homogeneizou-se em liquidificador industrial por 5 min. A calda foi colocada em recipiente com tampa e maturada por 12 h em câmara de resfriamento sob temperatura de 10 °C.

Após este período, foi colocado na calda a farinha de guabijú liofilizada e homogeneizado em liquidificador por 5 min. Na sequência foi adicionado a cepa liofilizada de *Lactobacillus paracasei* LPC-37® (1,5 g para 100 mL de leite) reativada em leite em pó reconstituído e (12%, m v<sup>-1</sup>, Molico, Nestlé®) esterilizado a 121 °C por 15 min, sem agitar.

A mistura foi colocada em sorveteira semi-industrial (Skimsem) para o batimento por aproximadamente 25 min, até o ponto em que o sorvete ficasse consistente o suficiente para não desprender da espátula. O sorvete foi retirado da sorveteira, colocado em recipiente plástico com tampa e levado para congelar em freezer a - 18 °C. Antes do endurecimento da massa foi realizado o porcionamento das formulações em potes destinados a análise sensorial, os quais foram armazenados sob temperatura de - 22 °C até a realização da análise. As etapas de

fabricação são demonstradas de forma resumida na Figura 06, fluxograma de elaboração do sorvete.

**Figura 06** - Fluxograma de elaboração do sorvete



Fonte: o autor (2019).

### 4.3 Caracterização das Amostras de Guabijú

As análises físico-químicas dos frutos *in natura* e liofilizados foram realizadas nos laboratórios do Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos (PPGTA) e Central Analítica Multiusuário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Medianeira.

A composição proximal (cinzas, lipídios, proteína, umidade e carboidratos) e parâmetros de acidez titulável, pH, fibra bruta e cor foram determinados para as amostras das duas colheitas de guabijú (dezembro e janeiro) nas formas *in natura* e farinha liofilizada. Estas amostras também foram avaliadas quanto à antocianina total, atividade antioxidante, compostos fenólicos e açúcares totais.

Nos frutos *in natura* das colheitas de dezembro e janeiro foram efetuadas análises para sólidos solúveis totais (° brix) e valores de *ratio*. E para as farinhas liofilizadas das duas colheitas foi realizado a granulometria e identificação de minerais. As amostras de guabijú *in natura* foram trituradas em mixer para realização das análises. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

#### 4.3.1 Determinação de Cinzas

As cinzas foram determinadas conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Foram pesados 5,0 g de cada amostra (frutos *in natura* e farinha liofilizada) em cadinho previamente aquecido em mufla e resfriado em dessecador até temperatura ambiente. As amostras foram incineradas em mufla a 550 °C até as cinzas ficarem brancas, por um período de 6 h. As amostras foram resfriadas em dessecador e pesadas. O resultado foi expresso em g 100 g<sup>-1</sup> de amostra.

#### 4.3.2 Determinação de Lipídios Totais

Os lipídios totais foram determinados conforme metodologia IAL, (2008) mediante extração em aparelho Soxhlet, com algumas modificações. Foram pesados de 2,0 a 5,0 g das amostras (frutos *in natura* e farinha liofilizada) em papel filtro que foi fechado e transferido para o aparelho extrator tipo Soxhlet. O extrator foi acoplado a um balão de fundo chato, previamente seco em estufa a 105 °C, resfriado em dessecador e pesado. Adicionou-se hexano (CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub>CH<sub>3</sub>) em quantidade suficiente para cobrir o papel filtro que contém a amostra. Todo o sistema foi mantido refrigerado através da circulação de água pelo mesmo. Os balões foram mantidos sob aquecimento durante um período de 6 h para garantir uma extração eficiente. Após esse período, o papel de filtro foi retirado do sistema, e os balões com os resíduos extraídos ficaram em estufa a 105 °C por cerca de 1 h. Após resfriamento em dessecador, os balões foram pesados, voltando à estufa (70 °C) por mais 30 min e posterior resfriamento. A diferença entre pesos (balão ao final do procedimento e inicial) foi utilizada para cálculo da quantidade de lipídios totais. O resultado foi expresso em g 100 g<sup>-1</sup> de amostra.

#### 4.3.3 Determinação de Proteína Bruta

A determinação da proteína bruta baseou-se no método de Kjeldahl, conforme metodologia IAL, (2008) com algumas modificações. Foi pesado 1,0 g da amostra (frutos *in natura* e farinha liofilizada) em tubos de Kjeldahl, ao qual foi adicionado a mistura catalítica. Os tubos foram colocados no bloco digestor em capela e adicionou-se ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ). As amostras foram aquecidas até 50 °C e quando atingida a temperatura foi aguardado 30 min e assim elevada por mais 50 °C até atingir 350 °C. A solução tornou-se verde escura e livre de material não digerido.

Após o resfriamento dos tubos, os mesmos foram acoplados ao conjunto de destilação, onde foi adicionada na amostra NaOH 50% até a viragem da cor para marrom, indicando assim sua neutralização. Na sequência a amostra foi destilada sob aquecimento para frasco *Erlenmeyer* contendo ácido bórico 4% ( $H_3BO_4$ ) e indicador misto até a solução tornar-se verde claro. A solução obtida foi titulada com ácido clorídrico 0,1 mol L<sup>-1</sup> (HCl) até obter-se a coloração rosa. A conversão do teor de nitrogênio em proteína foi feita através do fator de conversão 6,25 para os frutos *in natura* e farinha liofilizada, conforme metodologia IAL. Os resultados foram expressos em g 100 g<sup>-1</sup> de amostra.

#### 4.3.4 Determinação da Umidade a 70 °C

A umidade dos frutos *in natura* foi determinada por secagem em estufa a vácuo a 70°C com pressão reduzida até peso constante (IAL, 2008). Foram pesados 5,0 g de cada amostra e dispostas em cadinhos previamente secos e pesados, que foram levados à estufa durante 6 h. Após, as amostras foram retiradas da estufa em intervalos de 1 h e pesadas até obter peso constante. Os resultados foram expressos em g 100 g<sup>-1</sup> de amostra.

#### 4.3.5 Determinação da Umidade a 105 °C

A umidade das farinhas liofilizadas foi determinada por secagem em estufa a 105 °C até peso constante (IAL, 2008). Foram pesados 5,0 g de cada amostra e dispostas em cadinhos previamente secos e pesados, que foram levados à estufa durante 3 h. Após resfriadas em dessecador, as amostras foram pesadas e retornaram a estufa. Em intervalos de 1 hora as amostras foram pesadas até obter-se peso constante. Os resultados foram expressos em g 100 g<sup>-1</sup> de amostra.

#### 4.3.6 Determinação de Carboidratos

O conteúdo de carboidratos totais das amostras dos frutos *in natura* e farinha liofilizada de guabijú foi determinado por diferença dada entre os teores de lipídeos totais, proteína bruta, cinzas e umidade contidas nas amostras (VISSOTTO et al., 1999). O resultado foi expresso em g 100 g<sup>-1</sup> de amostra.

#### 4.3.7 Determinação de Acidez Titulável Por Volumetria Potenciométrica

A acidez das amostras de guabijú *in natura* e das farinhas liofilizadas foi determinada por volumetria potenciométrica, que é indicada em casos de soluções coloridas, conforme a metodologia IAL (2008).

Pesou-se 10,0 g de amostra em béquer de 250 mL e diluiu-se a mesma com 100 mL de água destilada, agitando-a de forma moderada. Após, com uso de pHmetro devidamente calibrado, mergulhou-se o eletrodo na solução e titulou-se a amostra com hidróxido de sódio (NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup>) até a faixa de pH 8,2-8,4. O resultado foi expresso em g de ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup> de amostra.

#### 4.3.8 Determinação do pH

O pH foi determinado segundo a metodologia descrita pelo IAL (2008) onde 10,0 g de cada amostra (frutos *in natura* e farinhas liofilizadas) foram diluídos em 100

mL de água destilada, sendo agitado moderadamente. O pHmetro foi calibrado com as soluções tampões 4 e 7, conforme instruções do manual do fabricante, e na sequência procedeu-se com a leitura das amostras. O eletrodo foi inserido na amostra e os valores registrados.

#### 4.3.9 Determinação de Fibra em Detergente Ácido

As amostras de guabijú *in natura* e farinhas liofilizadas foram determinadas por análise de fibra detergente, conforme Gomes; Oliveira, (2011). Pesou-se de 0,5 a 1,0 g de amostra em béquer, ao qual foi adicionado 100 mL de solução de detergente ácido ( $H_2SO_4$  e brometo de cetil trimetilamonio). O béquer foi levado em aparelho digestor e aquecido em temperatura branda, a qual foi elevada gradativamente. O sistema ficou em ebulição por uma hora, sendo agitado de forma gradativa. As amostras foram filtradas em funil de *buchner* pelo uso de vácuo em papel filtro seco e pesado. O resíduo foi lavado várias vezes com acetona. Na sequência o papel filtro contendo o resíduo foi seco em estufa a 105 °C por 6 h, resfriado em dessecador e pesado. O resultado foi expresso em g 100 g<sup>-1</sup> de amostra.

#### 4.3.10 Determinação de Cor

A análise da cor foi realizada em colorímetro (Konica Minolta CR 400, Toquio, Japão) onde as amostras dos frutos *in natura* e farinhas liofilizadas foram uniformemente dispostas em placas de Petri para leitura. As amostras *in natura* foram analisadas na parte interna (polpa) e na parte externa (casca). Os parâmetros medidos foram: L\*, a\* e b\*, onde L\* indica a luminosidade (0 = preto e 100 = branco) e a\* e b\* representam as coordenadas de cromaticidade (+ a\* = vermelho, - a\* = verde; + b\* = amarelo, - b\* = azul). Os ângulos de tonalidade (h°) e saturação (C) também foram determinados.



#### 4.3.11 Antocianina Total

As antocianinas foram determinadas conforme metodologia de Francis (1982) com algumas modificações. Foram pesados 5,0 g de amostra (frutos *in natura* e farinha liofilizada) e diluídos em 30 mL de solução extratora preparada com álcool metílico (CH<sub>3</sub>OH) 95% (v v<sup>-1</sup>) e HCl 1,5 mol L<sup>-1</sup> na proporção 85:15. O volume final foi completado para 50 mL. As amostras foram protegidas da luz e deixadas macerar a 5 °C por 12 h.

Após este período, as soluções foram filtradas em papel filtro, obtendo-se um extrato concentrado, do qual foi retirada uma alíquota de 0,2 mL e diluída em 10 mL de solução extratora. Foram efetuadas leituras das amostras em espectrofotômetro UV- Vis (Perkin – Elmer, Beaconsfield, UK), a 535 nanômetros (nm). O espectro foi calibrado com álcool metílico P.A. O resultado foi expresso em mg de antocianina 100 g<sup>-1</sup> de fruto, conforme Equação 1,

$$\text{Antocianinas totais} = \frac{\text{Absorbância} \times \text{fator de diluição}}{E^{1\%}} \quad (1)$$

O valor de E<sup>1%</sup> utilizado foi de 98,2 conforme estabelecido pela metodologia.

**Figura 07** - Extrato concentrado para determinação de antocianinas



A, B e C: extrato das formulações de sorvete adicionado de farinha de guabijú. Fonte: o autor (2019).

#### 4.3.12 Atividade Antioxidante

A atividade antioxidante foi determinada pelo método de captura do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH; Sigma Aldrich, Saint Louise, EUA) de acordo com a metodologia descrita por Brand-Williams; Cuvelier; Berset (1995) com modificações feitas por Rufino et al. (2007).

O preparo dos extratos concentrados das amostras, ocorreu utilizando-se 10,0 g de frutos de guabijú *in natura* e farinhas liofilizadas. As amostras foram deixadas em repouso por 1 h em temperatura ambiente com solução de álcool metílico 50% (v v<sup>-1</sup>). Após, foram centrifugadas por 20 min a 5000 rpm. O sobrenadante foi transferido para um balão de 100 mL e ao resíduo foi adicionado solução de acetona 70% (v v<sup>-1</sup>). As amostras foram repousadas por 1 h em temperatura ambiente e após centrifugadas a 4000 rpm durante 10 min. O sobrenadante foi transferido ao balão volumétrico que já continha o primeiro extrato e completado o volume para 100 mL com água destilada.

A partir destas soluções foram preparadas três diluições diferentes em triplicata, utilizando água destilada como diluente. Diversos testes foram feitos para determinar as concentrações de extrato utilizado. As diluições foram de 1, 1,5 e 2% para os frutos *in natura* e farinhas liofilizadas. A Figura 08 demonstra os extratos obtidos para os frutos de guabijú *in natura* e farinhas liofilizadas.

**Figura 08** - Extratos de guabijú *in natura* e farinha liofilizada das colheitas de dezembro e janeiro



A: fruto *in natura* de janeiro; B: fruto *in natura* de dezembro; C: farinha liofilizada janeiro; D: farinha liofilizada dezembro. Fonte: o autor (2019).

Para a elaboração da curva padrão, utilizou-se uma solução de DPPH ( $0,06 \text{ mol L}^{-1}$ ), prepararam-se diluições da mesma com álcool metílico P.A. em balões volumétricos de 10,0 mL (Figura 09). A concentração de DPPH variou de 0,01 até  $0,06 \text{ mol L}^{-1}$ . Foram realizadas leituras em espectrofotômetro UV-Vis (Perkin Elmer) a 515 nm utilizando-se álcool metílico P.A. para calibração. Destas leituras e concentrações, obteve-se a curva padrão do DPPH.

**Figura 09** - Diluições da solução DPPH



Fonte: o autor (2019).

Para os extratos, em ambiente escuro, transferiu-se uma alíquota de 0,1 mL de cada diluição para tubos de ensaio com 3,9 mL do radical DPPH e homogeneizou-se em agitador de tubos. Deixaram-se os tubos em repouso de 30 min a 1 h. Também foi realizado o mesmo processo para uma amostra controle, sem extrato do fruto, sendo substituído o volume por uma solução de álcool metílico 50% (v v<sup>-1</sup>) e acetona 70% (v v<sup>-1</sup>). Das leituras das absorvâncias foram efetuados cálculos conforme Equações 2 e 3.

$$\text{Equivalência de controle e DPPH: } y = ax - b \quad (2)$$

Onde: y = Absorvância inicial do controle dividido 2; x = resultado em  $\mu\text{mol DPPH}$ ; Obs.: conversão para g DPPH através da transformação: g DPPH = ( $\mu\text{mol DPPH} / 1.000.000$ ) multiplicados por 394,3 (massa molecular do DPPH).

Das leituras das absorvâncias *versus* a concentração das diluições obtiveram-se as equações para cada amostra (Equação 3). Para calcular a atividade antioxidante total, foi substituída a absorvância equivalente a 50% da concentração do DPPH pelo y e encontrado o resultado que corresponde à amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH (EC<sub>50</sub>) (Equação 2).

$$\text{Cálculo do EC}_{50}: y = -ax + b \quad (3)$$

Onde: y = Absorvância inicial do controle dividido 2; x = EC<sub>50</sub> (mg L<sup>-1</sup>).

A partir do resultado encontrado na Equação 3, o valor foi dividido por 1.000 para se ter o valor em g. Posteriormente, esse valor foi dividido pelo valor encontrado em g DPPH (Equação 2) para obtenção do resultado final (Equação 4) que foi expresso em g de fruta g<sup>-1</sup> DPPH.

$$\text{EC}_{50} (\text{g fruta} / \text{g DPPH}) = \frac{\text{EC}_{50} (\text{mg L}^{-1}) / 1.000 * 1}{\text{g DPPH}} \quad (4)$$

#### 4.3.13 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos foram determinados pelo método de Folin-Ciocalteu (Sigma Aldrich) conforme Singleton; Orthofer; Lamuela-Raventós, (1999) com algumas modificações. Para esta análise utilizou-se o mesmo extrato concentrado de guabijú *in natura* e farinhas liofilizadas usados para atividade antioxidante. As amostras foram previamente diluídas e adicionadas em tubos de ensaio, onde foi

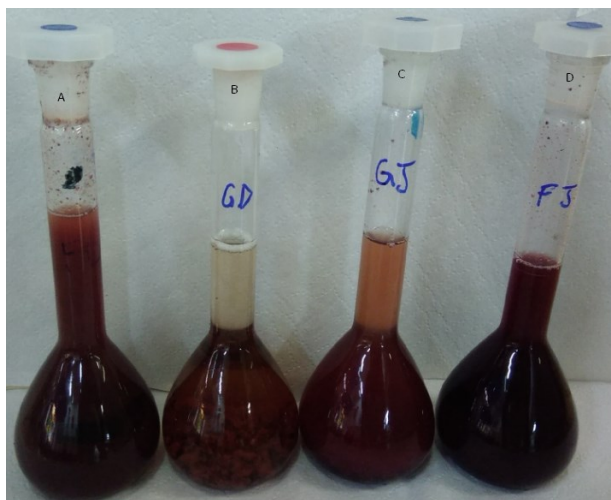
posto o reagente Folin-Ciocalteu, carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 20% e água destilada. Após 1 h de repouso, sob abrigo da luz, efetuou-se a leitura das amostras em espectrofotômetro UV- Vis (Perkin Elmer), a 765 nm. Uma curva padrão de ácido gálico com concentração de  $1 \text{ mg mL}^{-1}$  e suas diluições foi construída utilizando-se as mesmas condições da amostra. O resultado foi expresso em mg equivalente de ácido gálico  $100 \text{ g}^{-1}$  de fruto.

#### 4.3.14 Determinação de Açúcares Totais Pelo Método DNS

O teste do ácido dinitrosalicílico (DNS) baseia-se na reação entre o açúcar redutor e o ácido 3,5-dinitrosalicílico (cor amarelo), que é reduzido a um composto colorido avermelhado, o ácido 3-amino-5-nitrosalicílico, oxidando o monossacarídeo redutor (MALDONADE; CARVALHO; FERREIRA, 2013).

De acordo com a metodologia proposta por Maldonade; Carvalho; Ferreira, (2013) foi preparada uma curva padrão de açúcar redutor, efetuando diluições da solução de glicose de  $1,0 \text{ g L}^{-1}$  com água destilada. As amostras diluídas foram submetidas ao teste DNS e após efetuou-se a leitura a 540 nm em espectrofotômetro UV-Vis (Perkin Elmer). Os dados foram plotados e calculou-se a equação da reta. Com as amostras de guabijú *in natura* e farinha liofilizada foram preparados extratos, onde pesaram-se 10,0 g de cada amostra e adicionou-se água destilada para um volume final de 100 mL de extrato (Figura 10).

**Figura 10** - Extratos de guabijú *in natura* e farinha liofilizada das colheitas de janeiro e dezembro



A: farinha liofilizada dezembro; B: fruto de dezembro; C: fruto de janeiro; D: farinha liofilizada de janeiro. Fonte: o autor (2019).

Uma alíquota de cada extrato foi diluída em água destilada de modo que a concentração final fosse pertinente à concentração da curva padrão de glicose. Na sequência pipetaram-se 2,0 ml de amostra em tubo de ensaio e adicionaram-se 2,0 ml de HCl 2 mol L<sup>-1</sup>. As amostras foram aquecidas em banho Maria por 10 min e resfriadas em banho de gelo. Após, foi adicionado 2,0 mL de NaOH 2 mol L<sup>-1</sup> e agitado em agitador de tubos.

Após a hidrólise, foi retirado 1,0 mL do sobrenadante em cada tubo de ensaio e adicionado 1,0 mL do reagente DNS. As amostras foram agitadas em agitador de tubos e aquecidas em banho Maria a 100 °C por 5 min. Os tubos foram resfriados em banho de gelo por 5 min. Adicionaram-se 16 mL da solução de tartarato duplo de sódio e potássio penta hidratado (KNaC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>·4 H<sub>2</sub>O) e após efetuou-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro (Perkin Elmer) a 540 nm. O aparelho foi calibrado com o branco que consistiu na substituição do volume de amostra por água destilada (1,0 mL) na realização do teste de DNS. A partir da equação da reta obtida foi calculada a concentração de açúcar redutor na amostra. Os resultados finais foram expressos em g de açúcar redutor 100 g<sup>-1</sup> de fruto (g AR 100 g<sup>-1</sup> amostra).

#### 4.3.15 Sólidos Solúveis Totais

Os sólidos solúveis totais (SST) foram determinados com uso de refratômetro de Abbé de bancada escala de 0 a 95% Brix. O equipamento foi ajustado conforme as recomendações do fabricante e aproximadamente duas gotas do suco da amostra foram transferidas para o prisma do refratômetro. Os valores identificados na escala foram anotados e expressos em ° Brix.

#### 4.3.16 *Ratio*

Com os valores dos sólidos solúveis totais (SST) e acidez titulável total (ATT) foi efetuado o cálculo para encontrar o valor de *ratio*, o qual consiste em dividir SST/ATT. Esta relação é utilizada como uma indicação do grau de maturação da matéria prima. O resultado é expresso sem unidade específica (IAL, 2008).

#### 4.3.17 Granulometria

A análise granulométrica das farinhas foi realizada em conjunto de peneiras (20, 30, 50, 60 e < 60 mesh) acopladas a um suporte vibratório com peneiramento constante por 20 minutos de acordo com o método 66 da AACC (2000). Os resultados foram expressos em porcentagem.

#### 4.3.18 Minerais

A composição de minerais foi realizada a partir da decomposição das amostras de farinha de guabijú liofilizada (0,400 g) em forno micro-ondas (*Multivawe GO®*, Anton Par, Graz, Áustria), utilizando-se 3 mL de ácido nítrico 65% (v v<sup>-1</sup>) (HNO<sub>3</sub>) e 2 mL de peróxido de hidrogênio 30% (v v<sup>-1</sup>) (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) (AMORIM FILHO; POLITO; GOMES NETO, 2007). A amostra digerida foi avolumada para 15 mL utilizando-se água ultrapura e os minerais foram determinados por espectrometria de absorção atômica (AA 240-FS, Varian). Foram realizadas as determinações de cálcio, cobre, ferro, magnésio, manganês, e zinco nas amostras por espectrometria de absorção atômica com chama, enquanto o potássio foi determinado no modo emissão com chama. Para cada mineral foi construída uma curva padrão (calibração externa com 7 pontos). Os resultados foram expressos em µg g<sup>-1</sup> de amostra.

### 4.4 Caracterização das Amostras de Sorvete

As análises físico-químicas das formulações de sorvete também foram realizadas nos laboratórios do Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos (PPGTA) e Central Analítica Multiusuário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Medianeira.

Foram realizadas análises para determinar a composição proximal (cinzas, lipídios totais, proteína bruta, umidade e carboidratos) e parâmetros de pH, fibra bruta e cor seguindo-se as mesmas determinações aplicadas ao fruto guabijú *in natura* e farinhas liofilizadas do presente estudo (itens 4.3.1 ao 4.3.6 e 4.3.8 a 4.3.10). Pode-se enfatizar uma exceção quanto a análise de proteína bruta (item 4.3.3), que quanto

ao fator aplicado na conversão do nitrogênio, utilizou-se de 6,38 para as amostras de sorvete.

As amostras de sorvete também foram avaliadas quanto à antocianina total, atividade antioxidante e compostos fenólicos, onde utilizou-se a metodologia conforme descrita nos itens 4.3.11 a 4.3.13 do presente estudo. Ressaltam-se algumas modificações: sendo na quantidade de amostra e volume do extrato concentrado obtido para determinação de antocianinas (125,0 g de sorvete para o preparo de 400 mL de extrato concentrado), bem como na quantidade de amostra para análise antioxidante e compostos fenólicos (25 g de amostra). Para análise de antioxidante descrita em 4.3.12 considerou-se as diluições 2,5, 5 e 8% do extrato concentrado de sorvete.

Os parâmetros de acidez titulável por volumetria, análise de textura, teste de fusão, *overrun*, qualidade microbiológica, viabilidade probiótica e análise sensorial foram realizadas para as três formulações de sorvete (4%, 8% e 12%). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

#### 4.4.1 Determinação de Acidez Titulável Por Volumetria

A acidez titulável por volumetria é um método aplicável em soluções claras ou levemente coloridas nos diversos tipos de produtos de frutas (IAL, 2008). Sendo desta forma utilizada para as amostras de sorvete.

Dez gramas (10,0 g) de amostra foram pesados em *Erlenmeyer* e diluídas com 100 mL de água destilada, agitando-se moderadamente. Adicionou-se 0,3 mL de solução de fenolftaleína e titulou-se com solução NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> sob agitação constante, até coloração rósea persistir por 30 s. A acidez titulável total foi expressa em g de ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup> de amostra.

#### 4.4.2 Teste de Fusão



O teste de fusão foi realizado conforme Cruxen et al. (2017) com algumas adaptações. Foram pesados 100 g de cada formulação de sorvete (4%, 8% e 12%) e armazenadas a - 22 °C durante 24 h. Para execução da análise, as amostras foram deixadas derreter (a temperatura ambiente 25 °C) sob uma tela de arame, com malhas de 1cm<sup>2</sup>, localizada acima de um *Erlenmeyer* previamente tarado (Figura 11). Em intervalos de 10 min o *Erlenmeyer* com amostra derretida foi pesado e os valores anotados. Este processo foi repetido durante 120 min. Os resultados foram analisados a partir do gráfico do tempo *versus* a porcentagem de sorvete derretido.

**Figura 11** - Teste de fusão do sorvete



Fonte: o autor (2020).

#### 4.4.3 Textura

Para avaliar as propriedades texturais do sorvete adaptou-se a metodologia de Kurt; Atalar, (2018). Foi utilizado o texturômetro (modelo TA HD *plus*, *Stable Micro System*, Godalming, Reino Unido) em interface com o computador utilizando o programa *Exponent Lite* 2016, versão 6.1.16 *lite*. As amostras de sorvete foram armazenadas em recipientes quadrados (20 mm x 20 mm) sob congelamento a - 22 °C por 48 h.

Para cada amostra foi realizada uma medição usando uma sonda cilíndrica (5 mm de diâmetro) acoplada a uma célula de carga de 0,1 N. A profundidade de penetração nas amostras foi de 10 mm e a velocidade foi de 1,0 mm / s. Na Figura 12

é possível observar a realização da medição. As medições foram realizadas em triplicata e os resultados expressos no parâmetro dureza (força em *Newton*).

**Figura 12** - Análise de textura sorvete



Fonte: o autor (2020).

#### 4.4.4 *Overrun*

A taxa de ar incorporado ao sorvete foi avaliada conforme Soukoulis; Tzia, (2018). Os dados obtidos foram calculados conforme Equação 5, sendo o resultado expresso em porcentagem.

$$\text{Overrun (\%)} = \frac{(\text{Volume final} - \text{volume inicial})}{\text{Volume inicial}} \times 100 \quad (5)$$

### 4.5 Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas para contagem de Coliformes a 45 °C, contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva e pesquisa de *Samonella sp.* foram realizadas por empresa terceirizada.

A contagem de bactérias lácticas totais foi realizada conforme metodologia de Cruxen et al. (2017) com algumas modificações. A inoculação das placas para contagem do microrganismo probiótico ocorreu no primeiro dia de fabricação do sorvete, após 7,15, 30, 45, 60 e 90 dias de armazenamento. Foram preparadas as amostras pesando-se assepticamente 10 g de cada formulação de sorvete em recipiente estéril. A seguir dissolveu-se a amostra em um frasco contendo 90 mL de água peptonada 1% (diluição  $10^{-1}$ ) e homogeneizou-se. Posteriormente foram preparadas diluições sucessivas:  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$  e  $10^{-7}$  em tubos com água estéril. As diluições  $10^{-3}$ ,  $10^{-5}$  e  $10^{-7}$  foram inoculadas para placas de Petri, onde foi adicionado ágar MRS (*Man Rogosa e Sharpe*; Merck), preparado conforme a recomendação do fabricante, utilizando a técnica de plaqueamento em profundidade com sobrecamada. As amostras foram incubadas em estufa a  $37 \pm 1$  °C por 48 h. A contagem das placas foi realizada utilizando contador de placas e o resultado expresso em log UFC g<sup>-1</sup>.

#### **4.6 Análise Sensorial**

A análise sensorial ocorreu no laboratório de Análise Sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Medianeira, durante o segundo semestre de 2019 com duração de dois dias. A divulgação dos testes sensoriais foi realizada por contato pessoal e por redes sociais (whatsapp, facebook e instagram). Participaram da análise 120 provadores não treinados, dentre alunos, professores e funcionários da UTFPR, aos quais foi entregue uma ficha para caracterização de perfil (Anexo A) solicitando informações sobre faixa etária, sexo, escolaridade e hábitos de consumo referentes a sorvete, e um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) específico para a participação nos estudos (Anexo B).

Antes da análise sensorial, o sorvete foi avaliado quanto à segurança microbiológica conforme parâmetros da Resolução nº 12, de 2 de Janeiro de 2001, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2001) e aprovação do Comitê de Ética de Pesquisa em Seres Humanos do Centro Universitário Integrado de Campo Mourão, Paraná (CAAE: 09322819.1.0000.0092).

As amostras de sorvete foram servidas de forma monádica, aleatória e balanceada, acondicionadas em potes plásticos tampados com capacidade de 30 mL, codificados com três dígitos aleatórios e acompanhado de colher descartável, guardanapo, água potável e da ficha para realização dos testes. As análises foram realizadas em cabines individuais sob luz branca.

Foram realizados testes sensoriais de aceitação e intenção de compra (Anexo C). No teste de aceitação avaliaram-se os atributos aparência, cor, odor, cremosidade, textura quanto a presença de partículas, sabor e impressão global, mediante escala hedônica estruturada em 9 pontos (1: desgostei muitíssimo; 5: não gostei/nem desgostei; e 9: gostei muitíssimo) de três formulações produzidas com a farinha de guabijú nas proporções de 4%, 8% e 12% ( $m\ m^{-1}$ ). Na mesma ficha também foi avaliada a intenção de compra referente à amostra servida, que consiste na utilização da escala de 5 pontos (1: certamente não compraria; 3: talvez compraria/talvez não compraria; e 5: certamente compraria).

#### **4.7 Análise Estatística**

Os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas das amostras foram realizados em triplicata e expressos pela média  $\pm$  desvio padrão. Os dados das análises físico químicas foram avaliados estatisticamente por meio de ANOVA e Teste de Tukey, considerando as amostras como fonte de variação; os dados da análise sensorial foram avaliados pelos mesmos testes estatísticos, entretanto foram considerados como fonte de variação as amostras e os provadores. Utilizou-se o critério estatístico ao nível de significância de 5% e utilizou-se o programa *Statistica* versão 8.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Desenvolvimento das Farinhas Liofilizadas

Os frutos de guabijú, coletados em duas épocas diferentes, apresentaram médias de tamanho de  $16,75 \pm 1,20$  mm de diâmetro para colheita de dezembro e  $22,35 \pm 1,53$  mm para colheita de janeiro, tinham a cor externa roxa predominante, que foi mantida nos frutos liofilizados e na farinha obtida após a liofilização e moagem. Entretanto, observou-se que os frutos da colheita de janeiro tinham uma coloração roxa mais intensa. A Figura 13 ilustra a característica visual das amostras.

**Figura 13** - Guabijú *in natura*, liofilizado cortado ao meio e farinha liofilizada



A: guabijú *in natura*, liofilizado cortado ao meio e farinha liofilizada da colheita dezembro; B: guabijú *in natura*, liofilizado cortado ao meio e farinha liofilizada da colheita janeiro. Fonte: o autor (2019).

A granulometria das farinhas liofilizadas obtem maior percentual de retenção no mesh 20, com dados de 34,6% e 30,2% para farinha de guabijú liofilizada dezembro (FGLD) e farinha de guabijú liofilizada janeiro (FGLJ) e no mesh 50 sendo 34,3% para FGLD e 40,7% para FGLJ. As farinhas feitas com resíduos de frutas e vegetais apresentam maior retenção de grãos dependendo do teor de fibra presente (BRITO et al., 2019). Neste estudo, as farinhas liofilizadas foram feitas a partir da polpa e da casca da fruta, onde normalmente se concentra o maior teor de fibra.

## 5.2 Caracterização Físico Química das Amostras

Os resultados obtidos na caracterização físico química das amostras dos frutos de guabijú *in natura*, farinha guabijú liofilizada de dezembro (GIND e FGLD) e guabijú *in natura* e farinha guabijú liofilizada janeiro (GINJ e FGLJ) são detalhados na Tabela 02.

**Tabela 02** - Caracterização físico química de guabijú *in natura* dezembro (GIND), janeiro (GINJ) e farinha liofilizada dezembro (FGLD) e janeiro (FGLJ)

Parâmetros	GIND	GINJ	FGLD	FGLJ
ATT (g ácido cítrico 100 g <sup>-1</sup> )	0,16 ± 0,00 <sup>d</sup>	0,22 ± 0,10 <sup>c</sup>	1,22 ± 0,01 <sup>b</sup>	1,49 ± 0,02 <sup>a</sup>
pH	4,69 ± 0,03 <sup>a</sup>	4,63 ± 0,03 <sup>ab</sup>	4,57 ± 0,01 <sup>bc</sup>	4,52 ± 0,03 <sup>c</sup>
Umidade (g 100 g <sup>-1</sup> )	77,11 ± 0,45 <sup>a</sup>	77,49 ± 0,52 <sup>a</sup>	9,02 ± 0,41 <sup>c</sup>	11,95 ± 0,66 <sup>b</sup>
Cinzas (g 100 g <sup>-1</sup> )	0,53 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,52 ± 0,01 <sup>b</sup>	2,77 ± 0,02 <sup>a</sup>	2,63 ± 0,01 <sup>a</sup>
Fibras (g 100 g <sup>-1</sup> )	2,17 ± 0,06 <sup>c</sup>	2,62 ± 0,14 <sup>c</sup>	7,04 ± 0,20 <sup>b</sup>	7,57 ± 0,17 <sup>a</sup>
Carboidratos (g 100 g <sup>-1</sup> )	20,70 ± 0,71 <sup>c</sup>	20,54 ± 0,54 <sup>c</sup>	84,92 ± 1,41 <sup>a</sup>	80,46 ± 1,04 <sup>b</sup>
Lipídios totais (g 100 g <sup>-1</sup> )	0,89 ± 0,01 <sup>c</sup>	0,83 ± 0,04 <sup>c</sup>	1,22 ± 0,06 <sup>b</sup>	1,61 ± 0,07 <sup>a</sup>
Proteína bruta (g 100 g <sup>-1</sup> )	0,73 ± 0,09 <sup>b</sup>	0,57 ± 0,07 <sup>b</sup>	3,06 ± 0,04 <sup>a</sup>	3,30 ± 0,08 <sup>a</sup>
SST (° Brix)	13,57 ± 0,14 <sup>b</sup>	17,03 ± 0,07 <sup>a</sup>	NA*	NA*
Ratio (SST/ATT)	83,99 ± 1,46 <sup>a</sup>	77,74 ± 3,13 <sup>b</sup>	NA*	NA*
AR (g AR 100 g <sup>-1</sup> fruto)	5,47 ± 0,01 <sup>d</sup>	6,53 ± 0,03 <sup>c</sup>	16,02 ± 0,03 <sup>b</sup>	19,50 ± 0,03 <sup>a</sup>

AAT: Acidez titulável total; SST: Sólidos solúveis totais; AR: Açúcar redutor; Médias ± desvios padrão das amostras em triplicata; <sup>a,b,c,d</sup> letras sobrescritas diferentes nas linhas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (p < 0,05); \* não aplicável. Fonte: o autor (2019).

Os valores de pH, umidade, cinzas, fibras, carboidratos, lipídios totais e proteína bruta não apresentaram diferenças significativas em frutos de guabijú *in*

*natura* de colheitas diferentes ( $p > 0,05$ ), mas diferiram da farinha liofilizada de ambas colheitas. Entre as farinhas liofilizadas, observou-se que não houve diferença entre o pH, teor de cinzas e proteína bruta. Os valores de pH dos frutos *in natura* e farinha liofilizada foram próximos ao valor relatado para o guabijú por Dalla Nora et al. (2014a) de 4,60; em contrapartida, foram menores do que o reportado para o guabijú por Seraglio et al. (2018) de 5,32. A umidade do guabijú *in natura* foi menor que os valores reportados para a mesma espécie na literatura, de 80,79 a 83,19 g 100 g<sup>-1</sup> (DALLA NORA et al., 2014a; SERAGLIO et al., 2018) e menor em relação a frutos da mesma família, como a pitanga roxa (81,2 g 100 g<sup>-1</sup>) (BAGETTI et al., 2011) araçá vermelho (81,56 g 100 g<sup>-1</sup>) (DALLA NORA et al., 2014a) e jabuticaba (84,56 g 100 g<sup>-1</sup>) (SERAGLIO et al., 2018). Os teores de lipídios totais e carboidratos das amostras de GIND e GINJ foram maiores em comparação aos valores de Bagetti et al. (2011) para frutos de pitanga roxa, vermelha e laranja (0,4 a 0,5 g 100 g<sup>-1</sup> e 12,9 a 14,8 g 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente). Estes dados podem estar associados a maior umidade do fruto e menor teor de SST (81,2 a 84,7 g 100 g<sup>-1</sup> e 11,5 a 13,8 ° Brix, respectivamente) o que caracteriza a pitanga como mais ácida e com maior quantidade de água se comparado ao guabijú *in natura*. No entanto, os valores de cinzas e proteínas para frutos de pitanga resultaram em maiores quantidades quando comparada a frutos de guabijú *in natura* (1,1 a 2,4 g 100 g<sup>-1</sup> e 1,1 a 1,4 g 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente).

A acidez, os sólidos solúveis totais, açúcares e os valores de *ratio* foram significativamente diferentes entre as amostras dos frutos *in natura*. A amostra GINJ se destaca por apresentar maior teor de ATT, açúcares e SST se comparada com o GIND ( $p < 0,05$ ). Os sólidos solúveis são usados como índice de maturação de alguns frutos e podem variar com a quantidade de chuva, cultivar, solo, tipo de processamento e condições climáticas (CASTRO et al., 2015). Fatores estes que podem explicar o menor conteúdo de SST para GIND. Os valores de ATT determinados no presente estudo foram maiores que os relatados por Dalla Nora et al. (2014a) de 0,12 g de ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup>. O mesmo autor relatou um valor de SST para o guabijú *in natura* intermediário (15,00 ° Brix) aos valores determinados no presente estudo; de forma similar Seraglio et al. (2018) também relatou um teor de SST intermediário, de 14,00 ° Brix para guabijú *in natura* maduro. A acidez, de maneira geral, tende a diminuir com o processo de maturação do fruto; um aumento de acidez e SST promove o sabor característico do fruto (CASTRO et al., 2015). Os valores de *ratio* SST/ATT obtidos para GINJ foi menor que o obtido para o GIND ( $p < 0,05$ ).

Ambos os frutos *in natura* analisados tiveram *ratio* SST/ATT menor em relação ao valor de 125,00 ° Brix encontrado por Dalla Nora et al. (2014a) na análise do guabijú *in natura*. O *ratio* SST/ATT é uma relação utilizada como parâmetro para o grau de maturação dos frutos, representando um balanço dos ácidos orgânicos e açúcares, uma vez que a doçura percebida em frutos mais ácidos é o resultado deste equilíbrio (BORGES FILHO et al., 2016; CASTRO et al., 2015). Um maior valor para *ratio* SST/ATT indica um bom grau de maturação para os frutos, visto que o mesmo aumenta quando há decréscimo de ATT e alto conteúdo de SST.

A diferença observada entre os parâmetros de acidez, umidade, cinzas, fibras, carboidratos, lipídios totais, proteína bruta e açúcares redutores entre os frutos de guabijú *in natura* e farinha liofilizada estão relacionadas ao processamento dos frutos. A liofilização remove a água do alimento e concentra os sólidos incluindo açúcares, ácidos, sais e demais componentes do alimento.

No caso da farinha liofilizada, as análises de cinzas, pH e proteínas não diferiram para as amostras de dezembro e janeiro, enquanto para os demais parâmetros (acidez, umidade, fibras, carboidratos, lipídios e açúcares redutores) houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ). Ressalta-se que, apesar de alguns desses parâmetros não diferenciar nos frutos *in natura*, quando a umidade é eliminada pelo processo de secagem, as variações na composição tornam-se mais expressivas, e são decorrentes das condições de cultivo e manejo, diferindo conforme o período de colheita e maturação.

Em comparação aos valores de pH e acidez obtidos para o guabijú liofilizado em pó, Lamounier et al. (2015) ao analisar esses parâmetros para farinha da casca de jaboticaba obteve os valores de 3,27 e 9,4 g ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente, indicando um produto de maior acidez quando comparado a amostras FGLD e FGLJ. Os autores citados ainda obtiveram teor de cinzas e umidade maior e de fibras menor em comparação as amostras de guabijú liofilizado em pó, sendo 4,23 g 100 g<sup>-1</sup>; 16,13 g 100 g<sup>-1</sup> e 5,60 g 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente. Além das espécies de frutos serem diferentes, o fato do guabijú não ser despolpado para fabricação da farinha liofilizada em pó contribuiu na sua baixa acidez, e na composição proximal.

A atividade antioxidante, conteúdo de antocianinas, compostos fenólicos e minerais estão detalhados na Tabela 03. Observou-se que todas as amostras analisadas quanto a antocianinas, atividade antioxidante e compostos fenólicos (GIND, GINJ, FGLD e FGLJ) tiveram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ). Os teores



mais elevados de antocianinas foram evidenciados para a fruta *in natura* de janeiro (GINJ) e para a liofilizada em pó de dezembro, FGLD. O fato da farinha liofilizada de dezembro possuir maior teor de antocianinas que a de janeiro pode estar associado ao processo de armazenamento e secagem, uma vez que determinadas condições podem degradar os compostos bioativos, dentre eles o pH, temperatura, concentração de oxigênio, e a incidência de luz são os principais (SCHWARTZ et al., 2017).

**Tabela 03** - Caracterização bioativa e perfil mineral de guabijú *in natura* dezembro (GIND), janeiro (GINJ) e farinha liofilizada dezembro (FGLD) e janeiro (FGLJ)

Parâmetros	GIND	GINJ	FGLD	FGLJ
<b>Antocianinas (mg 100 g<sup>-1</sup>)</b>	19,22 ± 0,00 <sup>c</sup>	68,75 ± 0,30 <sup>d</sup>	220,12 ± 0,60 <sup>a</sup>	201,07 ± 1,37 <sup>b</sup>
<b>EC<sub>50</sub> (g g<sup>-1</sup> DPPH)</b>	320,36 ± 10,47 <sup>a</sup>	131,34 ± 1,49 <sup>b</sup>	60,29 ± 3,57 <sup>c</sup>	38,87 ± 0,70 <sup>d</sup>
<b>CP (mg EAG 100 g<sup>-1</sup>)</b>	609,50 ± 3,79 <sup>d</sup>	698,04 ± 3,77 <sup>c</sup>	1822,68 ± 7,60 <sup>b</sup>	1919,23 ± 7,60 <sup>a</sup>
<b>Ca (µg g<sup>-1</sup>)</b>	NA*	NA*	3925,21 ± 10,94 <sup>a</sup>	3571,72 ± 81,52 <sup>b</sup>
<b>Cu (µg g<sup>-1</sup>)</b>	NA*	NA*	2,44 ± 0,04 <sup>a</sup>	2,47 ± 0,06 <sup>a</sup>
<b>Fe (µg g<sup>-1</sup>)</b>	NA*	NA*	16,92 ± 1,05 <sup>a</sup>	9,23 ± 0,58 <sup>b</sup>
<b>K (µg g<sup>-1</sup>)</b>	NA*	NA*	6973,76 ± 8,41 <sup>a</sup>	7010,19 ± 126,81 <sup>a</sup>
<b>Mg (µg g<sup>-1</sup>)</b>	NA*	NA*	1304,50 ± 19,22 <sup>a</sup>	1205,81 ± 25,90 <sup>b</sup>
<b>Mn (µg g<sup>-1</sup>)</b>	NA*	NA*	10,14 ± 10,14 <sup>a</sup>	9,76 ± 9,77 <sup>b</sup>
<b>Zn (µg g<sup>-1</sup>)</b>	NA*	NA*	6,72 ± 0,06 <sup>a</sup>	2,47 ± 0,06 <sup>a</sup>

CP: Compostos fenólicos; EAG: Equivalente ácido gálico; Médias ± desvios padrão das amostras em triplicata; <sup>a,b,c,d</sup>; letras sobrescritas diferentes nas linhas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (p < 0,05). \* Não aplicável. Fonte: o autor (2019).

Seraglio et al. (2018) evidenciou maior teor de antocianina no fruto guabijú *in natura* em seu estágio de maior maturação, 245,31 mg 100 g<sup>-1</sup> e menor resultado em estágio intermediário de maturação 64,67 mg 100 g<sup>-1</sup>. Quando comparado aos frutos jabuticaba e jabolão, o guabijú analisado por Seraglio et al. (2018) obteve o menor teor de antocianina. Dalla Nora et al. (2014b) quantificou as antocianinas do fruto guabijú e araçá vermelho e constatou maior quantidade para as amostras de guabijú. Em seu estudo foram avaliadas amostras frescas, congeladas, liofilizadas e secas por ar quente e para cada tratamento aplicado o tipo de antocianina identificado foi diferente.

A análise antioxidante representada pelo valor de EC<sub>50</sub>, onde valores maiores indicam menor capacidade antioxidante e valores menores maior atividade

antioxidante, foi maior para o fruto GINJ e conseqüentemente para a farinha liofilizada de mesma colheita, FGLJ. Dalla Nora et al. (2014b) ao analisar atividade antioxidante do guabijú *in natura* e liofilizado verificou que o processamento por liofilização aumentou a atividade antioxidante de 6921,4 para 496,2 g 100 g<sup>-1</sup> DPPH corroborando com os achados do presente estudo. Os compostos fenólicos foram evidenciados em maior teor para as amostras da colheita de janeiro, sendo 698,04 mg 100 g<sup>-1</sup> para GINJ e 1919,23 mg 100 g<sup>-1</sup> para FGLJ.

Os polifenóis presentes no alimento bruto podem ser transformados durante processos de secagem e contribuir para o aumento da atividade antioxidante (DALLA NORA et al., 2014b) de forma adicional, a remoção da água pelo processo de liofilização concentra a massa seca, aumentando a atividade antioxidante.

No perfil mineral representado por cálcio, cobre, ferro, potássio, magnésio, manganês e zinco (Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn e Zn, respectivamente) verificou-se diferença significativa para Ca, Fe, Mg e Mn entre as amostras FGLD e FGLJ sendo a maior quantidade identificada para FGLD. Para Cu, K e Zn não foram evidenciadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ). O mineral de maior predominância foi o K para ambas as amostras analisadas. Seraglio et al. (2018) constatou em seu estudo que o mineral de maior predominância para guabijú, jabuticaba e jambolão também foi potássio (K) e que o guabijú na fase madura apresentou a maior soma de minerais quantificados. De forma adicional, a composição de minerais dos frutos pode estar associada com o solo ou ainda com a aplicação de fertilizantes, justificando as variações encontradas entre os frutos colhidos em dezembro e janeiro (CRUZ; MORAIS; CASAL, 2015).

A Tabela 04 detalha os resultados obtidos para a colorimetria do guabijú *in natura* e farinha liofilizada. Nos parâmetros analisados para os frutos *in natura* (GIND e GINJ) não houve diferença significativa para L, a\*, b\* e C\* na casca, mas estes diferiram da polpa ( $p < 0,05$ ). Os parâmetros a\* e h<sup>0</sup> não diferiram na análise da polpa, enquanto L, b\* e C\* foram significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ). No ângulo h<sup>0</sup>, para a casca houve diferença entre as amostras GIND e GINJ. Para o FGLD e FGLJ houve diferença significativa entre as amostras e com os frutos *in natura* GIND e GINJ tanto para casca, quanto para polpa, para todos os parâmetros de cor avaliados.

**Tabela 04** - Análise de cor de guabijú *in natura* lado interno e externo da fruta e da farinha liofilizada de ambas colheitas

	GIND	GINJ	GIND	GINJ	FGLD	FGLJ
	Cor interna (polpa)		Cor externa (casca)		Cor do pó moído	
<b>L</b>	39,67 ± 0,83 <sup>b</sup>	32,03 ± 0,76 <sup>d</sup>	21,11 ± 0,61 <sup>e</sup>	21,65 ± 0,68 <sup>e</sup>	47,94 ± 0,72 <sup>a</sup>	36,99 ± 0,72 <sup>c</sup>
<b>a*</b>	1,25 ± 0,01 <sup>d</sup>	2,30 ± 0,48 <sup>c</sup>	-0,82 ± 0,15 <sup>e</sup>	-1,07 ± 0,01 <sup>e</sup>	8,85 ± 0,20 <sup>b</sup>	13,44 ± 0,15 <sup>a</sup>
<b>b*</b>	25,85 ± 0,87 <sup>a</sup>	14,66 ± 0,17 <sup>c</sup>	2,15 ± 0,02 <sup>e</sup>	2,18 ± 0,08 <sup>e</sup>	16,66 ± 0,21 <sup>b</sup>	8,95 ± 0,17 <sup>d</sup>
<b>C*</b>	25,89 ± 0,87 <sup>a</sup>	14,67 ± 0,35 <sup>d</sup>	2,24 ± 0,09 <sup>e</sup>	2,37 ± 0,03 <sup>e</sup>	18,87 ± 0,24 <sup>b</sup>	16,15 ± 0,14 <sup>c</sup>
<b>h<sup>0</sup></b>	88,58 ± 2,79 <sup>bc</sup>	85,83 ± 3,37 <sup>c</sup>	93,68 ± 3,89 <sup>b</sup>	113,51 ± 3,01 <sup>a</sup>	62,01 ± 0,51 <sup>d</sup>	33,66 ± 0,66 <sup>e</sup>

Médias ± desvios padrão das amostras em triplicata; <sup>a,b,c,d,e</sup> letras sobrescritas diferentes nas linhas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (p < 0,05). Fonte: o autor (2019).

A luminosidade é a escala que varia do preto (0) ao branco (100). Altos valores de L representam cores mais claras, e o oposto indica cores mais escuras (FERREIRA; SPRICIGO, 2017). Com base nesta afirmação, verificou-se nos resultados obtidos que os valores de L para as amostras de guabijú *in natura* polpa são menores que os valores de luminosidade obtidos para a farinha liofilizada FGLD e FGLJ. Este fato provavelmente ocorre devido ao uso da fruta inteira para elaboração da farinha liofilizada, apresentando assim a presença de pontos claros na farinha liofilizada decorrentes da polpa que é mais clara quando comparada a casca do fruto. O processo de liofilização também pode interferir na luminosidade quando comparado o fruto *in natura* e o liofilizado em pó. A FGLJ obteve a maior predominância de cor mais escura, dado os valores de L quando comparada ao FGLD. O mesmo ocorre para o parâmetro de b\*, onde valores positivos indicam maior percepção da cor amarela nas amostras, esse fator é mais intenso em GIND e GINJ (polpa), enquanto predomina com maior intensidade para FGLD e FGLJ se comparado a casca do fruto *in natura*, devido a polpa apresentar valores significativamente maiores e fazer parte da composição da farinha liofilizada.

O parâmetro de a\* quando resulta em valores positivos indica maior predominância da cor vermelha e valores negativos indicam o verde (FERREIRA; SPRICIGO, 2017). Pode-se afirmar que as amostras da farinha liofilizada de ambas colheitas indicam predominância de coloração vermelha, enquanto os frutos *in natura* (casca) têm uma predominância do tom verde. As polpas de ambas colheitas, embora com valores de a\* menores possuem predominância para o tom avermelhado. A predominância de cores é mais intensa em frutos e farinha liofilizada de janeiro. O parâmetro C\*, conhecido como saturação ou croma, diferenciou-se entre as amostras

analisadas e foi maior para as polpas das frutas. O croma ( $C^*$ ) é considerado o atributo quantitativo da cor, determinados pelos valores de  $a^*$  e  $b^*$  (OLIVEIRA et al., 2011). Um valor de croma alto indica maior intensidade da cor cinza nas amostras.

O ângulo de matiz ( $h^0$ ) analisado nas amostras foi menor para as farinhas liofilizadas de ambas colheitas, embora com valores bem expressivos. Este é o atributo pelo qual as cores são definidas como avermelhadas, amareladas, esverdeadas ou azuladas. Um  $h^0$  entre 0 e 90 indica uma transição de cor do vermelho para o amarelo, enquanto valores entre 90 e 180 variam de amarelo para verde. Assim, as amostras liofilizadas possuem uma maior intensidade da cor vermelha, seguidas pela polpa do guabijú *in natura*, e pela casca da fruta.

Com base nos resultados obtidos na caracterização físico-química, principalmente ATT, SST, *ratio* SST/ATT e AR, que indicaram o fruto de janeiro como mais maduro, com maior acidez e doçura; na atividade antioxidante, compostos fenólicos e nos parâmetros de cor, que também indicam maior grau de maturação do guabijú *in natura* e farinha liofilizada de janeiro, essa amostra foi selecionada para a elaboração do sorvete.

### **5.3 Desenvolvimento e Caracterização do Sorvete de Guabijú com *Lactobacillus paracasei***

O sorvete desenvolvido com a farinha liofilizada de guabijú janeiro (FGLJ) manteve coloração roxa característica do fruto e do pó obtido. A cor predominante é uma das vantagens da secagem por liofilização em frutos e vegetais, além da preservação das antocianinas devido a utilização da secagem em baixas temperaturas (SCHWARTZ et al., 2017). A Figura 14 demonstra visualmente a coloração das formulações processadas com 4%, 8% e 12% de FGLJ.

**Figura 14** - Formulações de sorvete com farinha de guabijú liofilizado



Fonte: o autor (2019).

A Tabela 05 demonstra os resultados para as análises físico químicas, de bioativos e colorimétricas das formulações de sorvete adicionadas de farinha de guabijú liofilizada (FGLJ) em concentrações 4%, 8% e 12%.

**Tabela 05** - Caracterização físico química das formulações de sorvete de guabijú com *Lactobacillus paracasei*

Parâmetros	FGLJ 4%	FGLJ 8%	FGLJ 12%
ATT (g de ácido cítrico)	0,27 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,33 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,36 ± 0,01 <sup>a</sup>
pH	6,41 ± 0,05 <sup>a</sup>	6,23 ± 0,03 <sup>b</sup>	6,07 ± 0,03 <sup>c</sup>
Umidade (g 100 g <sup>-1</sup> )	63,47 ± 2,12 <sup>ab</sup>	62,08 ± 2,17 <sup>a</sup>	59,24 ± 1,87 <sup>ac</sup>
Cinzas (g 100 g <sup>-1</sup> )	1,05 ± 0,06 <sup>a</sup>	1,03 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,85 ± 0,06 <sup>b</sup>
Carboidratos (g 100 g <sup>-1</sup> )	13,78 ± 0,29 <sup>c</sup>	25,48 ± 0,41 <sup>b</sup>	27,02 ± 0,15 <sup>a</sup>
Lipídios totais (g 100 g <sup>-1</sup> )	9,47 ± 0,10 <sup>a</sup>	7,40 ± 0,17 <sup>b</sup>	6,92 ± 0,15 <sup>b</sup>
Proteína bruta (g 100 g <sup>-1</sup> )	3,93 ± 0,04 <sup>a</sup>	3,98 ± 0,11 <sup>a</sup>	4,00 ± 0,20 <sup>a</sup>
Fibra bruta (g 100 g <sup>-1</sup> )	0,11 ± 0,01 <sup>c</sup>	0,14 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,24 ± 0,01 <sup>a</sup>
Antocianinas (mg 100 g <sup>-1</sup> )	7,41 ± 1,18 <sup>c</sup>	10,43 ± 0,19 <sup>b</sup>	11,41 ± 0,66 <sup>a</sup>
EC <sub>50</sub> (g g <sup>-1</sup> DPPH)	1829,72 ± 48,27 <sup>a</sup>	528,82 ± 0,48 <sup>b</sup>	472,03 ± 3,34 <sup>c</sup>
CP (mg EAG 100 g <sup>-1</sup> )	215,36 ± 0,00 <sup>c</sup>	280,12 ± 5,90 <sup>b</sup>	317,81 ± 10,22 <sup>a</sup>
L	70,81 ± 1,82 <sup>a</sup>	64,95 ± 1,20 <sup>b</sup>	49,70 ± 1,89 <sup>c</sup>
a*	-1,89 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,98 ± 0,06 <sup>b</sup>	1,27 ± 0,03 <sup>c</sup>
b*	7,23 ± 0,35 <sup>a</sup>	6,60 ± 0,07 <sup>a</sup>	3,40 ± 0,05 <sup>b</sup>
c*	7,41 ± 0,30 <sup>a</sup>	6,63 ± 0,09 <sup>b</sup>	3,63 ± 0,03 <sup>c</sup>
h°	104,60 ± 1,71 <sup>a</sup>	82,47 ± 0,67 <sup>b</sup>	69,53 ± 0,60 <sup>c</sup>

ATT: Acidez titulável total. CP: Compostos fenólicos; EAG: Equivalente ácido gálico; Médias  $\pm$  desvios padrão das amostras em triplicata; <sup>a,b,c</sup>: letras sobrescritas diferentes nos linhas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Fonte: o autor (2019).

Na composição físico química do sorvete, os parâmetros de acidez e cinzas foram significativamente diferentes para a amostra com 12% de FGLJ, resultando em maior acidez e menor teor de cinzas em comparação as formulações com 4% e 8%, que não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ) para estes parâmetros. A maior acidez da formulação 12% (0,36 g ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup>) corrobora com o valor de pH obtido de 6,07, sendo este o menor valor entre as formulações ( $p < 0,05$ ). A umidade das amostras foi diferente para as formulações 4% e 12%, mas ambas não diferiram da amostra com 8% de FGLD.

A quantidade de carboidratos foi significativamente diferente para todas as formulações, evidenciando-se menor teor para formulação com 4% de FGLJ. No conteúdo de carboidratos estão contidos os açúcares. O fato do conteúdo de carboidratos ser menor para a formulação de 4% está ligada a quantidade de FGLJ adicionado, visto que o aumento da concentração eleva seu teor, o que pode ser justificado pelo alto teor de açúcares do GLPJ (açúcar redutor: 19,50 g AR 100 g<sup>-1</sup>; e carboidratos totais: 80,46 g 100 g<sup>-1</sup>). O maior teor de lipídios totais foi obtido na amostra com 4% de FGLJ ( $p < 0,05$ ), enquanto nas formulações de 8% e 12% não houve diferença significativa (Tabela 05). As proteínas não foram significativamente diferentes entre as três formulações ( $p < 0,05$ ), o que pode ser explicado pelo fato do FGLJ não evidenciar um resultado expressivo para este nutriente.

Observa-se que quanto maior a quantidade de farinha de guabijú liofilizada adicionada ao sorvete, maiores foram os teores de acidez e carboidratos e menores os valores de pH e conteúdo lipídico. De forma similar, Lamounier et al. (2015) relatou que acidez do sorvete adicionado de farinha da casca de jabuticaba aumentava enquanto o pH diminuía à medida que a concentração de farinha era adicionada. O autor citado obteve valores de acidez 1,12 g ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup> e pH de 4,20 para a formulação adicionada de 10% de farinha de casca de jabuticaba. Em comparação com o sorvete de guabijú, o sorvete com casca de jabuticaba obteve uma acidez maior. Boger et al. (2019) identificou em seu estudo que o teor de gordura dos sorvetes diminuiu com o aumento da concentração de extrato de jabuticaba adicionado ao produto, semelhante ao ocorrido com o sorvete de FGLJ.

O resíduo de cinzas obtido Lamounier et al. (2015) variou entre 0,90 e 1,07 g 100 g<sup>-1</sup> para formulações com 5 e 10% de farinha de casca de jabuticaba, respectivamente. Em contrapartida, no presente estudo o teor de cinza encontrado para o sorvete reduziu com a adição de 12% de FGLJ em comparação com a adição de 4% e 8% (0,85, 1,05, 1,03 g 100 g<sup>-1</sup> respectivamente).

A quantidade de FGLJ adicionada influenciou nos parâmetros de antocianinas, atividade antioxidante (EC<sub>50</sub>) e compostos fenólicos das amostras. A formulação com 12% demonstrou maior teor de bioativos e conseqüentemente maior atividade antioxidante em relação às formulações 4% e 8% (tabela 05). Todas as amostras de sorvete diferiram estatisticamente para os parâmetros de antocianinas, antioxidante e compostos fenólicos (p < 0,05). No estudo realizado com extrato de jabuticaba em formulações de sorvete, dados semelhantes foram obtidos por Boger et al. (2019). A formulação com maior concentração de extrato de jabuticaba obteve maior quantidade de antocianinas, compostos fenólicos e níveis expressivos de atividade antioxidante. O sorvete de guabijú liofilizado elaborado no presente estudo resultou em maior quantidade de compostos fenólicos e atividade antioxidante (CP: 317,81 mg EAG 100 g<sup>-1</sup>; e EC<sub>50</sub>: 472,03 g g<sup>-1</sup> DPPH) em comparação com o autor citado (compostos fenólicos: 201,8 mg EAG 100 g<sup>-1</sup>; e EC<sub>50</sub>: 4717 g g<sup>-1</sup> DPPH), enquanto que para as antocianinas verificou-se resultados menores 11,03 mg 100 g<sup>-1</sup> no respectivo estudo e 60,3 mg 100 g<sup>-1</sup> para Boger et al. (2019). Öztürk; Demirci; Akin, (2018) analisaram formulações de sorvete preparadas com polpa de *Myrtus communis* (murta da família Myrtaceae) e *Lactobacillus casei*, obtendo uma atividade antioxidante de EC<sub>50</sub> 87,41 g g<sup>-1</sup> DPPH após 4 semanas de congelamento do produto; a maior atividade antioxidante em comparação a do presente estudo, demonstrando que o fruto utilizado pelo autor possui uma atividade antioxidante superior a do guabijú.

Boger et al. (2019) ressalta que o processamento térmico do sorvete pode ter contribuído para redução das antocianinas em relação ao extrato puro do fruto, visto que estes compostos são termolábeis. As formulações de sorvete, quando comparadas as amostras *in natura* e liofilizadas do guabijú apresentam menor teor de antocianinas, compostos fenólicos e atividade antioxidante que o esperado, considerando-se a quantidade de FGLJ adicionado no sorvete (antocianinas: de 8,0 a 24,1 mg 100 g<sup>-1</sup>; EC<sub>50</sub>: de 972 a 325 g g<sup>-1</sup> DPPH). Embora as amostras liofilizadas de FGLJ adicionadas ao sorvete não tenham sido submetidas a pasteurização durante a elaboração do produto, fatores como o pH, presença de luz, co-pigmentos, enzimas,

oxigênio e açúcares afetam a estabilidade das antocianinas e, conseqüentemente a atividade antioxidante (SCHWARTZ et al., 2017). Cabe ressaltar que a maior adição de FGLJ no sorvete (12%) obteve pH menor, e conseqüentemente maior diferença entre o teor de antocianinas esperado (24,1 mg 100 g<sup>-1</sup>) e o determinado (11,41 mg 100 g<sup>-1</sup>), atingindo uma redução de 47%. Verificou-se que o pH das amostras é ligeiramente ácido, o que pode também ter contribuído na degradação deste composto bioativo. Além do efeito do composto bioativo, como a atividade antioxidante, a cor é um dos principais parâmetros afetados pelo pH. A predominância da cor vermelha da antocianina é mantida em pH ácido, de 1, mudanças de pH para entre 4 e 6 alteram a cor das antocianinas para azul-violeta instável. Aumentando-se o pH acima de 7, ocorre formação de chalconas, com o surgimento da cor amarelo (NGAMWONGLUMLERT; DEVAHASTIN; CHIEWCHAN, 2017).

A análise de cor do sorvete demonstrou diferença significativa para os parâmetros de L, a\*, C\* e h<sup>0</sup> para as formulações com 4%, 8% e 12% de GLPJ. O parâmetro b\* foi diferente apenas para formulação com 12% de FGLJ (p > 0,05). Verificou-se que para a cor dos sorvetes, conforme aumentou-se a concentração de FGLJ, menor foi o valor de L, maior foi o valor do parâmetro a\* e, conseqüentemente menor o valor de b\* indicando tonalidades mais intensas, características ao fruto utilizado. Valores de croma (C\*) e ângulo matiz diminuíram conforme aumentou a adição de FGLJ no sorvete. Resultados semelhantes foram observados por Böger et al. (2019) no uso de extrato de jabuticaba para elaboração de sorvetes. Quanto maior a concentração do extrato, menor foi o valor de L e maior foi o de h<sup>0</sup>. Este fator foi considerado positivo pelo autor citado, visto que contribuiu na melhoria do aspecto do produto.

As características de *overrun*, textura (expressa pela dureza) e taxa de fusão das formulações de sorvete de guabijú com *Lactobacillus paracasei* são relatadas na Tabela 06.



**Tabela 06** - *Overrun*, dureza e teste de fusão das formulações de sorvete de guabijú com *Lactobacillus paracasei*

Parâmetros	FGLJ 4%	FGLJ 8%	FGLJ 12%
<b>Overrun (%)</b>	45,64 ± 0,32 <sup>b</sup>	45,41 ± 0,31 <sup>b</sup>	49,22 ± 1,24 <sup>a</sup>
<b>Dureza (N)</b>	268,77 ± 7,21 <sup>b</sup>	234,75 ± 5,08 <sup>c</sup>	481,40 ± 5,71 <sup>a</sup>
<b>Fusão T 120 (%)</b>	95,6 ± 0,12 <sup>b</sup>	99,0 ± 0,08 <sup>a</sup>	94,1 ± 1,12 <sup>b</sup>

T 120: tempo 120 min. Médias ± desvios padrão das amostras em triplicata; <sup>a,b,c</sup>: letras sobrescritas diferentes nos linhas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Fonte: o autor (2020).

O *overrun* é a taxa de ar incorporada ao sorvete. É importante para qualidade do produto, pois além de conferir uma textura leve e agradável, influência nas características físicas como a dureza e o derretimento do produto (CRUXEN et al., 2017). A taxa de *overrun* das formulações de sorvete de guabijú variou de 45,41% a 49,22%, sendo a maior média obtida para a formulação com maior percentual de GLPJ adicionado, formulação 12%. Estes resultados foram maiores que os reportados por Öztürk; Demirci; Akin, (2018) para o sorvete com polpa de murta e adição de *Lactobacillus casei*, que tiveram *overrun* entre 41,80% e 42,48% e maiores em relação ao sorvete probiótico desenvolvido por Senaka Ranadheera et al. (2013) com índices entre 26,17% a 33,83% de *overrun*. Isso demonstra que o processo de batimento do sorvete de FGLJ foi realizado de forma a propiciar a incorporação de ar na massa de forma adequada.

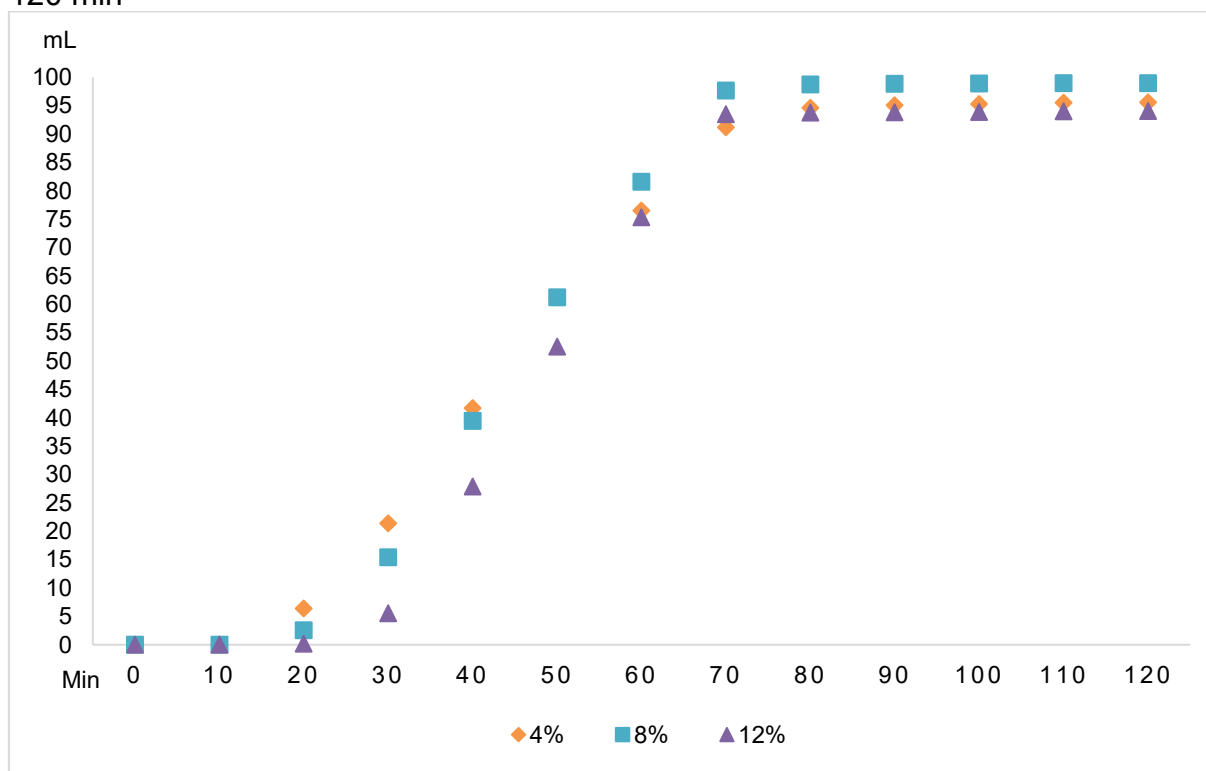
O parâmetro da dureza é definido como a força requerida para comprimir o sorvete entre os dentes molares ou entre a língua e o palato, dando um ponto de deformação ou penetração (SILVA et al., 2013). Para todas as amostras avaliadas, a dureza foi significativamente diferente ( $p < 0,05$ ). Na amostra 12% verificou-se a maior média de 481,40 N enquanto para a amostra 8% a menor 234,75 N. Sorvetes mais cremosos contêm pequenos cristais de gelo e valores de dureza menores, enquanto que produtos com cristais de gelo maiores são caracterizados por uma dureza maior (GÓRAL et al., 2018b). Vários fatores podem afetar a dureza de sorvetes incluindo *overrun* e o perfil lipídico do produto (GÓRAL et al., 2018b; SILVA et al., 2013).

Este fator também pode estar associado ao maior teor de farinha liofilizada adicionada na formulação 12%, que contribuiu para a maior quantidade de fibra bruta (0,24 g 100 g<sup>-1</sup>) e menor teor de lipídios (6,92 g 100 g<sup>-1</sup>) e conseqüentemente a maior dureza. Akalin et al. (2018) evidenciou em seu estudo que os maiores valores de dureza em sorvetes foram para amostras suplementadas com maior teor de fibra de

laranja e associou estes dados às propriedades de gelificação da fibra. Com base nestes resultados, pode-se enfatizar que as amostras 4% e 8% apresentam textura mais cremosa em relação a amostra 12%.

A evolução da fusão das amostras de sorvete com FGLJ pode ser verificada na figura 15. As amostras 4% e 8% começaram a derreter após 20 min, enquanto a de 12% após 30 min. Verificou-se que o maior teor de farinha adicionado (12%) prolongou o tempo de gotejamento entre as amostras. Aos 120 min haviam derretido 95,6%, 99,0% e 94,1% das amostras 4%, 8% e 12% conforme verificado na tabela 6.

**Figura 15** - Taxa de fusão dos sorvetes com FGLJ e *Lactobacillus paracasei* durante 120 min



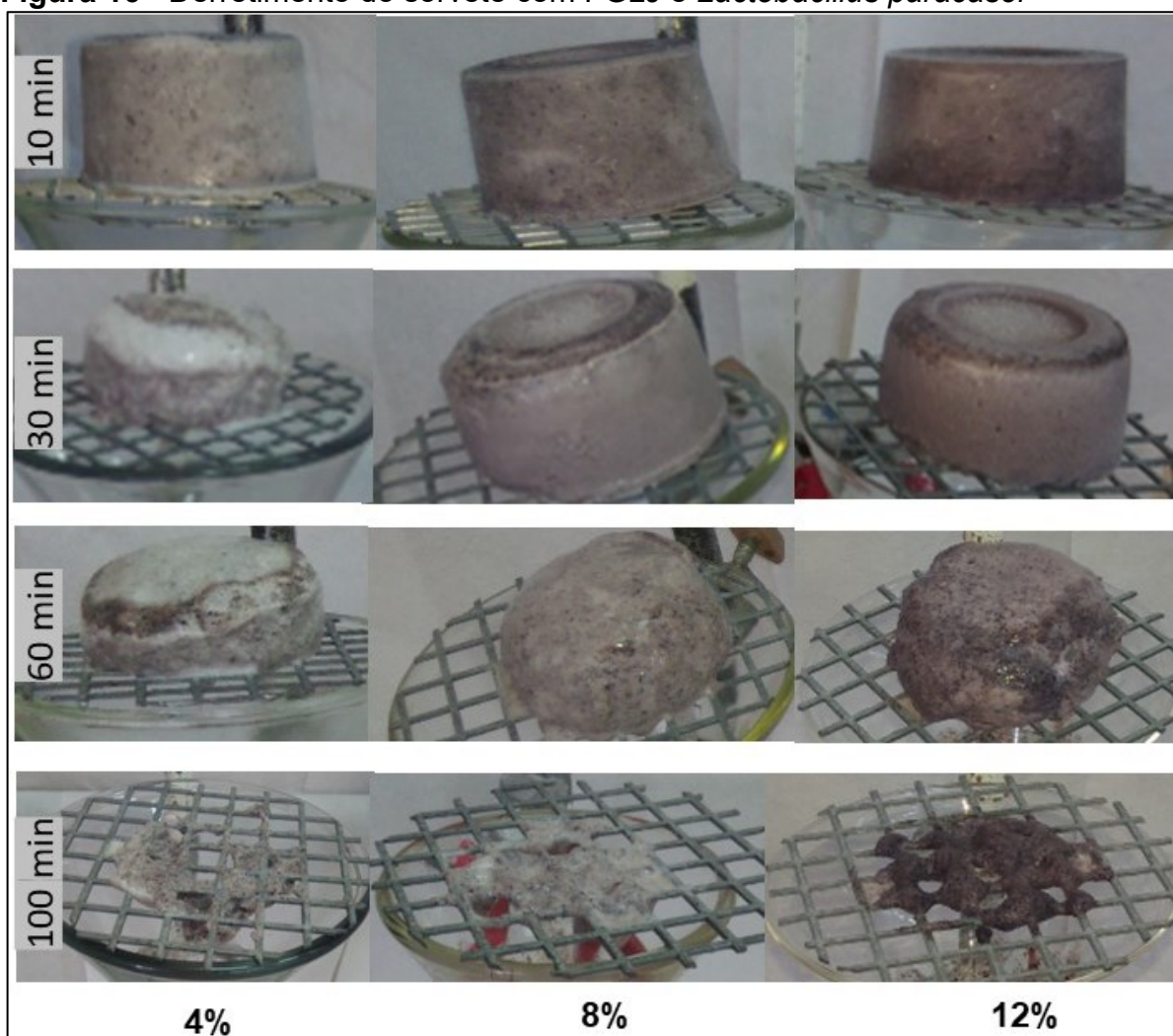
Fonte: o autor (2020).

Dados semelhantes foram observados no sorvete adicionado de groselha do cabo por Erkaya; Dağdemir; Sengül, (2012), os quais relataram que o sorvete com 15% da fruta obtiveram o maior tempo de derretimento. Kurt; Atalar, (2018) também evidenciaram que a maior adição do pó da semente do marmelo em formulações de sorvete, proporcionou melhores características de derretimento e maior estabilidade, das amostras. Estes efeitos podem ser associados a capacidade de retenção de água

proporcionada pelas fibras presentes nas frutas, bem como pela formação de rede de gel (KURT; ATALAR, 2018).

Na figura 16 verificou-se o comportamento do sorvete nos períodos de 10, 30, 60 e 100 minutos da análise efetuada. Verificou-se que as amostras 8% e 12% mantiveram sua forma por mais tempo em relação a formulação 4%, indicando que a adição de FGLJ em maior teor, promoveu a estabilidade na estrutura do sorvete.

**Figura 16** - Derretimento do sorvete com FGLJ e *Lactobacillus paracasei*



Comportamento do sorvete avaliado em 10 minutos; 30 minutos; 60 minutos e 100 minutos da análise. Fonte: o autor (2020).

A taxa de fusão do sorvete pode ser influenciada por variáveis como a emulsificação, concentração de lipídios, proteínas, tamanho dos cristais de gelo e sólidos totais (CRUXEN et al., 2017; GÓRAL et al., 2018b). Pode-se enfatizar que o maior teor de lipídios (amostra 4%; 9,47 g 100 g<sup>-1</sup>), o maior teor de fruta liofilizada e

dureza (amostra 12%) tenham contribuído para o menor percentual de fusão entre as amostras de sorvete avaliadas.

#### 5.4 Caracterização Microbiológica

Os resultados obtidos para as análises microbiológicas das formulações de sorvete estão contidos na Tabela 07.

**Tabela 07** - Caracterização microbiológica das formulações de sorvete de guabijú com *Lactobacillus paracasei*

Parâmetros	Tempo (dias)	FGLJ 4%	FGLJ 8%	FGLJ 12%
Coliformes a 45 °C (UFC g <sup>-1</sup> )	0	3,8x10 <sup>1</sup>	4,2x10 <sup>1</sup>	4,1x10 <sup>1</sup>
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC g <sup>-1</sup> )	0	<1,0x10 <sup>1</sup>	<1,0x10 <sup>1</sup>	<1,0x10 <sup>1</sup>
<i>Salmonella</i>	0	Ausência	Ausência	Ausência
<i>Lactobacillus paracasei</i> (log UFC g <sup>-1</sup> )	0	7,04x10 <sup>7</sup> ± 0,04 <sup>a</sup>	7,07 x10 <sup>7</sup> ± 0,02 <sup>a</sup>	7,06x10 <sup>7</sup> ± 0,02 <sup>a</sup>
	7	7,14x10 <sup>7</sup> ± 0,03 <sup>a</sup>	6,78x10 <sup>6</sup> ± 0,81 <sup>b</sup>	6,88x10 <sup>7</sup> ± 0,10 <sup>b</sup>
	15	6,57x10 <sup>6</sup> ± 0,65 <sup>a</sup>	6,30x10 <sup>6</sup> ± 0,22 <sup>a</sup>	6,69x10 <sup>6</sup> ± 0,46 <sup>a</sup>
	30	7,08x10 <sup>7</sup> ± 0,08 <sup>a</sup>	6,91x10 <sup>6</sup> ± 0,08 <sup>a</sup>	6,11x10 <sup>6</sup> ± 0,05 <sup>b</sup>
	45	6,18x10 <sup>6</sup> ± 0,16 <sup>a</sup>	6,55x10 <sup>6</sup> ± 0,03 <sup>a</sup>	6,23x10 <sup>6</sup> ± 0,04 <sup>a</sup>
	60	5,07x10 <sup>5</sup> ± 0,04 <sup>c</sup>	5,95x10 <sup>5</sup> ± 0,00 <sup>a</sup>	5,54x10 <sup>5</sup> ± 0,00 <sup>b</sup>
	90	5,50x10 <sup>5</sup> ± 0,28 <sup>a</sup>	5,35x10 <sup>5</sup> ± 0,49 <sup>a</sup>	5,15x10 <sup>5</sup> ± 0,21 <sup>a</sup>

Médias ± desvios padrão das amostras em triplicata; <sup>a,b,c</sup>: letras sobrescritas diferentes nas linhas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (p < 0,05). Fonte: o autor (2020).

A RDC N° 12/2001 (BRASIL, 2001) estabelece os padrões microbiológicos para alimentos, incluindo os gelados comestíveis à base de leite. A resolução estabelece que para os Coliformes a 45 °C o resultado deve ser menor ou igual a 5 x 10<sup>1</sup> UFC g<sup>-1</sup>, para *Staphylococcus* coagulase positiva o valor limite é de 5 x 10<sup>2</sup> UFC g<sup>-1</sup> e para *Samonella* é ausência em 25 g. Conforme os resultados da Tabela 07, todas as formulações de sorvete elaborados encontram-se dentro dos padrões microbiológicos exigidos.

Em relação a viabilidade probiótica verificou-se que após 15 dias de armazenamento sob congelamento a contagem de bactérias lácticas reduziu aproximadamente 1 ciclo log para as três formulações, sendo que a contagem iniciou com valores na ordem de grandeza 10<sup>7</sup> log UFC g<sup>-1</sup> e após 15 dias reduziu para 10<sup>6</sup>

log UFC g<sup>-1</sup>. Até o 45º dia de armazenamento verificaram-se contagens na escala de 10<sup>6</sup> log UFC g<sup>-1</sup> para todas as formulações (4%, 8% e 12%) constatando assim o potencial probiótico do sorvete de guabijú. Durante o período de armazenamento de 90 dias houve redução para 10<sup>5</sup> log UFC g<sup>-1</sup>, demonstrando assim que o congelamento afetou o crescimento do microrganismo.

Embora os microrganismos possam sobreviver por mais tempo em produtos congelados, o processo de congelamento danifica as membranas celulares dos probióticos devido a tensões mecânicas dos cristais de gelo formados no meio externo ou no interior das células. Os solutos condensam nos meios extracelular / intracelular e os as células ficam desidratadas durante o congelamento, resultando na redução ou morte das células microbianas. A mortalidade também ocorre durante o descongelamento dos produtos congelados devido à exposição das células microbianas aos efeitos osmóticos, bem como às altas concentrações de fatores prejudiciais, como íons de hidrogênio, ácidos orgânicos, oxigênio e outros componentes (TRIPATHI; GIRI, 2014).

Foram evidenciadas diferenças na viabilidade do microrganismo nos períodos de 7, 30 e 60 dias de armazenamento, sendo as maiores médias para a amostra 4% (7 e 30 dias) enquanto aos 60 dias a maior média foi identificada para formulação 8%.

Öztürk; Demirci; Akin, (2018) relataram em seu estudo que houve redução de 0,80 a 1,32 ciclo log na viabilidade de *Lactobacillus casei* 431 durante o período de armazenamento de 8 semanas do sorvete probiótico com frutos da murta. Cruxen et al. (2017) ao adicionar *Bifidobacterium lactis* no sorvete de butiá constatou que não houve redução da viabilidade microbiológica da espécie durante 90 dias de armazenamento do produto. Tal fato pode ser explicado pelo tipo de cultura que está sendo adicionada, a acidez do produto, *overrun* e a presença de crioprotetores (CRUXEN et al., 2017).

## 5.5 Análise Sensorial

### 5.6.1 Caracterização de Provadores

A análise sensorial foi realizada por provadores não treinados (consumidores), com 59% pertencente ao gênero feminino e 41% ao masculino (Figura 17). A maioria (87%) possuía idade entre 18 e 25 anos, grau de instrução superior incompleto (87%) e eram estudantes (66%). A maioria dos provadores relatou consumir sorvete de forma ocasional (57%), mas uma parcela considerável consome entre 1 vez na semana e diariamente (44%), sendo que os consumidores têm maior preferência pelos sabores chocolate e açaí (29% cada). Em relação ao conhecimento sobre o guabijú, 81% declarou não conhecer o fruto e os outros 19% já ouviram falar ou consumiram a espécie.

**Figura 17 - Caracterização provadores**



Fonte: o autor (2019).

### 5.6.2 Teste de Aceitação e Intenção de Compra

A Tabela 08 detalha os resultados obtidos no teste de aceitação das amostras de sorvete adicionadas de 4%, 8% e 12% de guabijú e de *Lactobacillus paracasei*.

**Tabela 08** - Resultado teste de aceitabilidade e intenção de compra para as formulações de sorvete adicionado de farinha de guabijú liofilizado

Atributos	Amostras		
	4%	8%	12%
<b>Aparência</b>	7,31 ± 1,5 <sup>a</sup>	7,15 ± 1,5 <sup>a</sup>	7,22 ± 1,5 <sup>a</sup>
<b>Cor</b>	7,00 ± 1,6 <sup>a</sup>	7,07 ± 1,5 <sup>a</sup>	7,13 ± 1,7 <sup>a</sup>
<b>Odor</b>	7,00 ± 1,5 <sup>a</sup>	7,10 ± 1,5 <sup>a</sup>	6,98 ± 1,4 <sup>a</sup>
<b>Creiosidade</b>	7,59 ± 1,4 <sup>a</sup>	7,78 ± 1,1 <sup>ab</sup>	7,33 ± 1,5 <sup>b</sup>
<b>Textura (presença de partículas)</b>	7,59 ± 1,3 <sup>a</sup>	7,45 ± 1,6 <sup>a</sup>	6,79 ± 1,8 <sup>b</sup>
<b>Sabor</b>	8,07 ± 1,0 <sup>a</sup>	7,91 ± 1,2 <sup>a</sup>	7,48 ± 1,5 <sup>b</sup>
<b>Impressão global</b>	7,63 ± 1,0 <sup>a</sup>	7,63 ± 1,1 <sup>a</sup>	7,33 ± 1,3 <sup>b</sup>
<b>Intenção de compra</b>	4,03 ± 0,9 <sup>a</sup>	4,04 ± 1,0 <sup>a</sup>	3,7 ± 1,1 <sup>b</sup>

Médias ± desvios padrão das amostras em triplicata; <sup>a,b,c</sup>: letras sobrescritas diferentes nos linhas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ); Escala hedônica: (1) = desgostei extremamente; (5) não gostei nem desgostei; (9) gostei extremamente (9); Intenção de compra: (1) certamente não compraria; (3) talvez compraria talvez não compraria; (5) à certamente compraria. Fonte: o autor (2019).

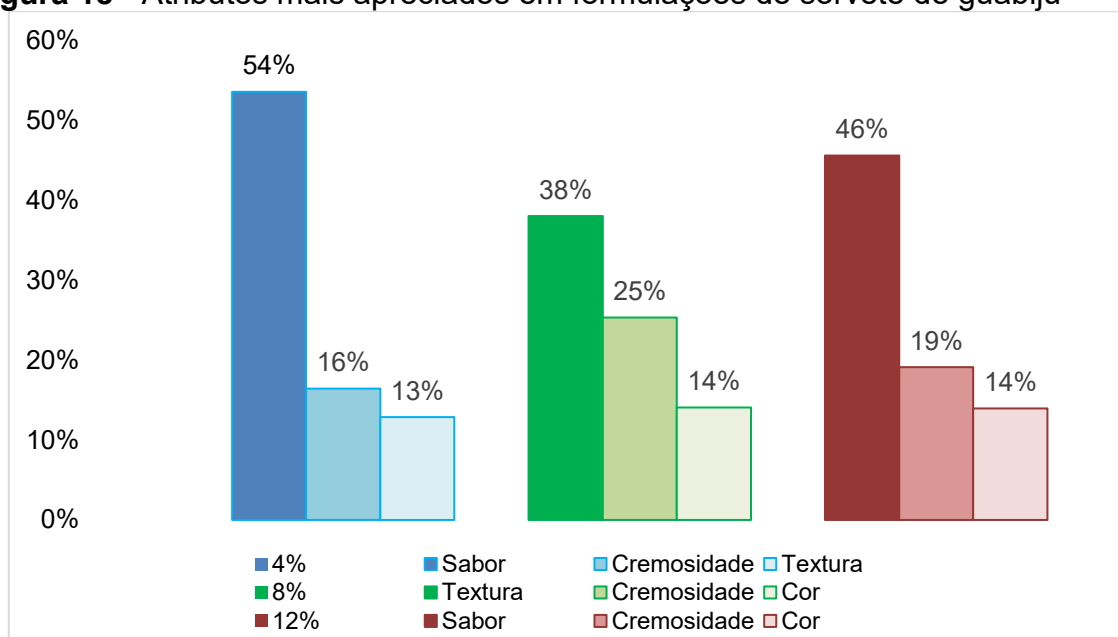
Os sorvetes avaliados não apresentaram diferença significativa para os atributos de aparência, cor e odor. A formulação com 12% diferiu da amostra adicionada de 4% para o atributo de cremosidade, e diferiu das amostras adicionadas de 4% e 8% para os atributos de textura, sabor e impressão global demonstrando uma média estatisticamente menor ( $p < 0,05$ ). Para todos os atributos avaliados não houve diferença significativa entre as amostras 4% e 8%, demonstrando que a adição de até 8% é considerada sensorialmente aceita pelos consumidores. Uma vez que todos os atributos avaliados das formulações com 4% e 8% tiveram medias iguais ou acima de 7,00, pode-se afirmar que são formulações com alto índice de aceitabilidade (78% ou mais).

Nas Figuras 18 e 19 pode-se verificar os atributos mais apreciados e menos apreciados, respectivamente, relatados pelos consumidores na ficha de análise



sensorial. Para formulação adicionada de 4%, os atributos mais apreciados foram sabor (54%), cremosidade (16%) e textura (13%), concordando com as maiores médias sensoriais obtidas para esses atributos na Tabela 07. As formulações adicionadas de 8% e 12% tiveram como maior apreciação a textura (38%) para amostra 8% e o sabor (46%) para amostra 12%. Cremosidade e cor foram sequencialmente os atributos mais apreciados para estas duas formulações.

**Figura 18** - Atributos mais apreciados em formulações de sorvete de guabijú



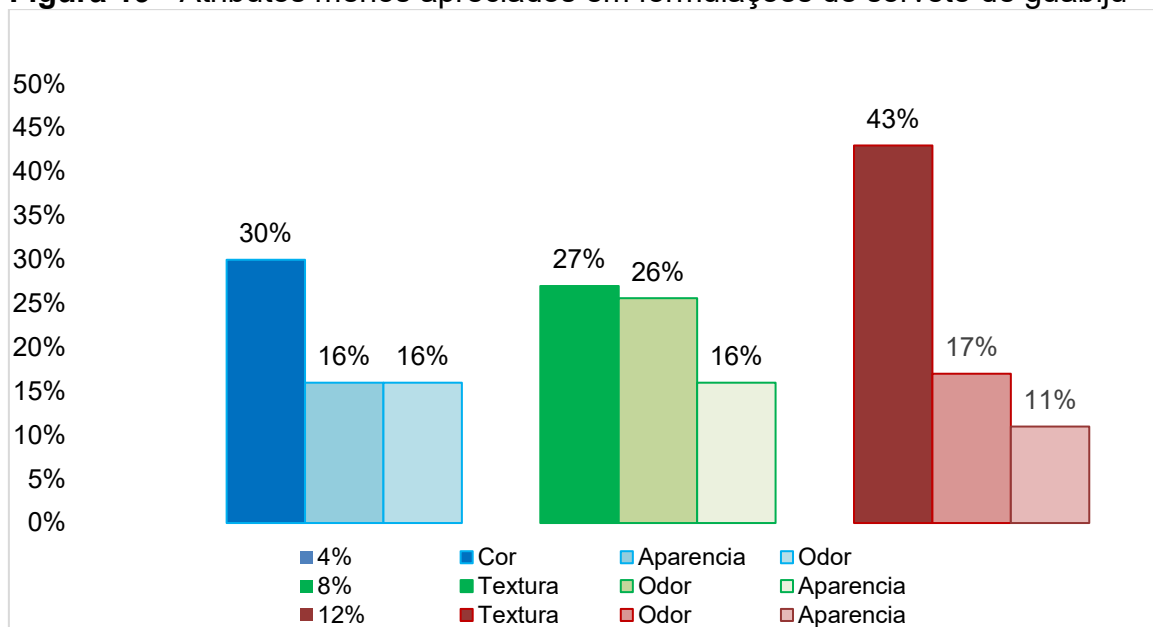
Fonte: o autor (2019).

Os principais atributos de menor apreciação para formulação 4% foram cor (30%), aparência (16%) e odor (16%). Para as formulações 8% e 12%, os atributos menos apreciados foram os mesmos, textura (27%; e 43%), odor (26%; e 17%) e aparência (16%; e 11%), sendo contraditória para o atributo textura da formulação 8%. Essa contradição pode estar associada ao fato de que ao mesmo tempo em que foi apreciada por alguns provadores, não teve a mesma apreciação por outros. A textura avaliada na análise sensorial do sorvete foi em relação as partículas incorporadas pela adição do pó liofilizado de guabijú. Para amostra 12% este foi o atributo com menor aceitação sensorial indicando que os consumidores preferiram amostra com menor adição de FGLJ (4% e 8%).

Lamounier et al. (2015) ao analisar sensorialmente sorvete com farinha da casca de jabuticaba obteve resultados semelhantes para o atributo textura, sendo que

a formulação com 10% de adição de farinha de casca de jabuticaba demonstrou uma média de aceitação menor em comparação a formulação adicionada de 5% e sem adição. O autor enfatiza que o resultado se deve ao maior teor de fibras da amostra.

**Figura 19** - Atributos menos apreciados em formulações de sorvete de guabijú



Fonte: o autor (2019).

Os resultados sensoriais obtidos representam uma possibilidade de uso do FGLJ como um ingrediente promissor na indústria, uma vez que o sorvete teve boa aceitação sensorial e intenção de compra na escala de “certamente compraria”.

## 6 CONCLUSÃO

Os frutos de guabijú analisados evidenciaram a presença de compostos bioativos. O uso da liofilização como técnica de conservação concentrou os teores desses bioativos (antocianinas entre 201 e 220 mg 100 g<sup>-1</sup>, CP de 1822 a 1919 mg EAG 100 g<sup>-1</sup>), mantendo a atividade antioxidante (39 a 60 g g<sup>-1</sup> DPPH). Quando avaliado os frutos de duas épocas de colheita distintas, constatou-se que os frutos de janeiro tinham maior acidez e maior quantidade de açúcares, bem como uma coloração mais intensa, maior atividade antioxidante e compostos fenólicos, justificando a sua escolha para a elaboração dos sorvetes. A adição de 4%, 8% e 12% de FGLJ permitiu a obtenção de sorvetes com características nutricionais desejadas, incluindo a presença de antocianinas na faixa de 7,41 a 11,41 mg 100 g<sup>-1</sup>, CP de 215 a 317 mg EAG 100 g<sup>-1</sup> e atividade antioxidante EC<sub>50</sub> entre 1829 e 472 g g<sup>-1</sup> DPPH. O sorvete atendeu aos critérios microbiológicos previstos na legislação brasileira e demonstrou potencial probiótico em função da adição de *Lactobacillus paracasei* por até 45 dias de armazenamento. Para o fato da redução na contagem do microrganismo probiótico durante os 90 dias de armazenamento, sugere-se a adição de uma maior concentração do microrganismo e uso de técnicas que auxiliem na manutenção da sobrevivência do microrganismo durante todo período de armazenamento do produto. As propriedades texturais demonstraram um sorvete menos macio para formulação 12%, bem como menor taxa de fusão. Em relação a aceitação sensorial, a adição de até 8% de FGLJ no sorvete foi aceita pelos consumidores considerando-se os atributos de aparência, cor, odor, cremosidade, textura, sabor e impressão global, com um índice de aceitabilidade igual ou maior a 78%. Dada a intenção de compra do sorvete com 8% de fruta no grau “certamente compraria”, o uso do FGLJ surge como uma possibilidade de uso na indústria de alimentos em outras preparações alimentícias. Ressalta-se que o armazenamento dos frutos na forma liofilizada permite um período maior de estocagem, com maior estabilidade, se comparado ao fruto *in natura*, o que gera uma perspectiva na utilização do guabijú como um novo ingrediente na indústria de alimentos, em especial na elaboração de sorvetes. Como projetos futuros, para melhoria da extração de compostos bioativos e conservação do produto poderá empregar-se técnicas diferenciadas e promover ajustes na formulação do sorvete.

## REFERÊNCIAS

AACC International. **Approved Methods of Analysis**. American Association of Cereal Chemists, 10<sup>o</sup> ed. St. Paul, 2000.

AKALIN, A. S. et al. Enrichment of probiotic ice cream with different dietary fibers: Structural characteristics and culture viability. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 1, p. 37–46, 2018.

AMORIM FILHO, V. R.; POLITO, W. L.; GOMES NETO, J. A. Comparative studies of the sample decomposition of green and roasted coffee for determination of nutrients and data exploratory analysis. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 18, n. 1, p. 47–53, 2007.

ANDRADE, J. M. M. et al. Phenolic Composition in Different Genotypes of Guabiju Fruits (*Myrcianthes pungens*) and Their Potential as Antioxidant and Antichemotactic Agents. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 8, p. 1181–1187, 2011.

AYAR, A. et al. Probiotic properties of ice creams produced with dietary fibres from by-products of the food industry. **International Journal of Dairy Technology**, v. 71, n. 1, p. 174–182, 2018.

BAGETTI, M. et al. Physicochemical characterization and antioxidant capacity of pitanga fruits (*Eugenia uniflora* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 1, p. 147–154, 2011.

BERK, Z. **Freeze Drying (Lyophilization) and Freeze Concentration**. 2<sup>o</sup> ed. Israel: Academic Press, Inc., 2013.

BINNS, N. Monografias Concisas ILSI Europe: Probióticos, Prebióticos e a Microbiota Intestinal. **ILSI Europe - International Life Sciences Institute**, p. 1–33, 2014.

BÖGER, B. et al. Use of jaboticaba (*Plinia cauliflora*) skin in the processing of ice creams. **Revista chilena de nutrición**, v. 46, n. 2, p. 154–159, 2019.

BORGES FILHO, B. et al. **A medida da doçura das frutas**. CEAGESP - Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. Centro de Qualidade, Pesquisa e Desenvolvimento. 2016. Disponível em:

<<https://www.hortibrasil.org.br/images/Brix02022017.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2019.

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

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25–30, 1995.

BRASIL. RDC 12 de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União: Republica Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2001. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC\\_12\\_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b)> Acesso em: 12 nov. 2019.

BRASIL. RDC 2 de 7 de janeiro de 2002. Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e ou de Saúde. **Diário Oficial da União: Republica Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2002. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=17/07/2002&jornal=1&pagina=78&totalArquivos=104>> Acesso em: 15 out. 2020.

BRASIL. RDC n° 266 de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis. **Diário Oficial da União: Republica Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/f5d552004a9bdc469832dc4600696f00/Resolucao\\_RDC\\_n\\_266\\_de\\_22\\_de\\_setembro\\_de\\_2005.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/f5d552004a9bdc469832dc4600696f00/Resolucao_RDC_n_266_de_22_de_setembro_de_2005.pdf?MOD=AJPERES)> Acesso em: 23 maio. 2020.

BRASIL. **Alegações de propriedade funcional aprovadas**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2019. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/resultado-de-busca?p\\_p\\_id=101&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=maximized&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_](http://portal.anvisa.gov.br/resultado-de-busca?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_)> Acesso em: 20 out. 2020

BRITO, T. B. et al. Fruit and vegetable residues flours with different granulometry range as raw material for pectin-enriched biodegradable film preparation. **Food Research International**, v. 121, p. 412–421, 2019.

BURCKHARDT, D. et al. *Tuthillia myrcianthis* n . sp . (Hemiptera, Psylloidea): a new psyllid species on Guabiju (*Myrcianthes pungens*, Myrtaceae) from Brazil.

**Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft**, v. 85, p. 209–220, 2012.

BURITI, F. C. A.; SAAD, S. M. I. Bactérias do grupo *Lactobacillus casei*: caracterização, viabilidade como probiótico em alimentos e sua importância à saúde humana. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 57, p. 373–380, 2007.

CASTRO, J. F. A. **Estudo da atividade antioxidante em frutas nativas e exóticas brasileiras**. 2012. Dissertação. (Mestrado em Biotecnologia). Universidade Estadual Paulista Julio Mesquita Filho, Araraquara, 2012.

CASTRO, N. M. T. et al. Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 74, n. 4, p. 426–436, 2015.

CHEN, J. et al. Protective effect of blueberry anthocyanins in a CCL4-induced liver cell model. **LWT - Food Science and Technology**, v. 60, n. 2, p. 1105–1112, 2015.

CHUGH, B.; KAMAL-ELDIN, A. Bioactive compounds produced by probiotics in food products. **Current Opinion in Food Science**, v. 32, p. 76–82, 2020.

CRUXEN, C. E. DOS S. et al. Probiotic butiá (*Butia odorata*) ice cream: Development, characterization, stability of bioactive compounds, and viability of *Bifidobacterium lactis* during storage. **LWT - Food Science and Technology**, v. 75, p. 379–385, 2017.

CRUZ, A. G. et al. Ice-cream as a probiotic food carrier. **Food Research International**, v. 42, n. 9, p. 1233–1239, 2009.

CRUZ, R.; MORAIS, S.; CASAL, S. Mineral Composition Variability of Coffees: A Result of Processing and Production. A Result of Processing and Production. In: PREEDY, V. (Ed.). **Processing and Impact on Active Components in Food**. 1<sup>o</sup> ed. Porto: Elsevier Inc., 2015. p. 549–558.

DALLA NORA, C. et al. The characterisation and profile of the bioactive compounds in red guava (*Psidium cattleianum* Sabine) and guabiju (*Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand). **International Journal of Food Science and Technology**, v. 49, n. 8, p. 1842–1849, 2014a.

DALLA NORA, C. et al. Effect of processing on the stability of bioactive compounds from red guava (*Psidium cattleianum* Sabine) and guabiju (*Myrcianthes pungens*). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 34, n. 1, p. 18–25, 2014b.

DE LA ROSA, L. A. et al. Phenolic Compounds. In: YAHIA, E. M.; CARRILLO-LÓPEZ, A. (Eds.). . **Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables**. Ciudad Juárez: Elsevier, 2019. p. 253–271.

DIAS, A. L. S. et al. A rapid validated UHPLC-PDA method for anthocyanins quantification from *Euterpe oleracea* fruits. **Journal of Chromatography B: Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences**, v. 907, p. 108–116, 2012.

ERKAYA, T.; DAĞDEMİR, E.; SENGÜL, M. Influence of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) addition on the chemical and sensory characteristics and mineral concentrations of ice cream. **Food Research International**, v. 45, n. 1, p. 331–335, 2012.

FAO; WHO. **Probióticos en los alimentos Propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación**. Estudios FAO alimentación y nutrición. **Anais...**Córdoba: Organización Mundial de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Organización Mundial de la Salud, 2001Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-a0512e.pdf>>

FAZILAH, N. F. et al. Influence of probiotics, prebiotics, synbiotics and bioactive phytochemicals on the formulation of functional yogurt. **Journal of Functional Foods**, v. 48, n. April, p. 387–399, 2018.

FELLOWS, P. J. Freeze drying and freeze concentration. In: FELLOWS, P. J. (Ed.). . **Food Processing Technology**. 4° ed. UK, Elsevier, 2017. p. 929–945.

FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, P. C. Colorimetria: Princípios e aplicações na agricultura. In: FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, P. C. **Instrumentação em frutas e hortaliças**. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2017. p. 209–220.

FIOR, C. S. et al. Qualidade fisiológica de sementes de guabijuzeiro (*Myrcianthes pungens* (Berg) Legrand - Myrtaceae) em armazenamento. **Revista Arvore**, v. 34, n. 3, p. 435–442, 2010.

FLESCH, A. G. T.; POZIOMYCK, A. K.; DAMIN, D. D. C. O uso terapêutico dos

simbióticos. **ABCD Arq Bras Cir Dig**, v. 27, n. 3, p. 206–209, 2014.

FRANCIS, F. J. Analysis of Anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.). . **Anthocyanins As Food Colors**. 1° ed. Michigan: Elsevier, 1982. p. 181–207.

GIBSON, M.; NEWSHAM, P. Milk and Dairy. In: GIBSON, M.; NEWSHAM, P. (Eds.). . **Food Science and the Culinary Arts**. 1° ed. Reino Unido: Elsevier Inc., 2018. p. 133–167.

GOMES, J.C.; OLIVEIRA, G.F. **Análises Físico químicas de Alimentos**. 1° Ed..Viçosa: UFV, 2011.

GONÇALVES, E. et al. **Manutenção da qualidade pós-colheita das pequenas frutas**. Epamig: Empresa Agropecuária de Minas Gerais, Belo Horizonte 2012.

GÓRAL, M. et al. Magnesium enriched lactic acid bacteria as a carrier for probiotic ice cream production. **Food Chemistry**, v. 239, p. 1151–1159, 2018a.

GÓRAL, M. et al. Impact of stabilizers on the freezing process, and physicochemical and organoleptic properties of coconut milk-based ice cream. **LWT - Food Science and Technology**, v. 92, p. 516–522, 2018b.

GORDON, S. Elie Metchnikoff: Father of natural immunity. **European Journal of Immunology**, v. 38, n. 12, p. 3257–3264, 2008.

IAL. **Métodos físicos-químicos para análise de Alimentos** (O. Zenebon, N. S. Pascuet, P. Tiglea, Eds.) **Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, 2008.

ILHA, C. E. **Lactobacillus paracasei FNU - isolado de fermento de uva: avaliação de características probióticas, resistência a microencapsulação por "spray drying e quantificação em iogurte por pcr em tempo real**. 2015. Dissertação (Doutorado em Ciência de Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

JIANG, H.; ZHANG, M.; ADHIKARI, B. Fruit and vegetable powders. In: BHANDARI, B. et al. (Eds.). . **Handbook of Food Powders: Processes and Properties**. China: Woodhead Publishing Limited, 2013. p. 532–552.



KALSCHNE, D. L. et al. Brazilian Sources of Anthocyanins : Colored Pigments with Potential Health Benefits. **Acta Scientific Nutritional Health ( ASNH )**, v. 1, n. 1, p. 30–35, 2019.

KAMMERER, D. R. Anthocyanins. In: CARLE, R.; SCHWEIGGERT, R. (Eds.). . **Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages: Industrial Applications for Improving Food Color**. 1° ed. Germany: Woodhead Publishing, 2016. p. 61–80.

KRAHL, T.; FUHRMANN, H.; DIMASSI, S. Ice Cream. In: CARLE, R.; SCHWEIGGERT, R. M. (Eds.). . **Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages: Industrial Applications for Improving Food Color**. 1° ed. Germany: Woodhead Publishing, 2016. p. 198–207.

KURT, A.; ATALAR, I. Effects of quince seed on the rheological, structural and sensory characteristics of ice cream. **Food Hydrocolloids**, v. 82, p. 186–195, 2018.

LAMOUNIER, M. L. et al. Desenvolvimento e caracterização de diferentes formulações de sorvetes enriquecidos com farinha da casca da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 70, n. 2, p. 93–104, 2015.

LEE, J.; DURST, R. W.; WROLSTAD, R. E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 88, n. 5, p. 1269–1278, 2005.

MALDONADE, I. R.; CARVALHO, P. G.; FERREIRA, N. A. **Protocolo para determinação de açúcares totais em hortaliças pelo método de DNS**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Hortaliças, v. 85, p. 1–4, mar. 2013. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81580/1/cot-85.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2019.

MARÇO, P. H.; POPPI, R. J.; SCARMINIO, I. S. Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais. **Química Nova**, v. 31, n. 5, p. 1218–1223, 2008.

MARINO, M. et al. Viability of probiotic *Lactobacillus rhamnosus* in structured emulsions containing saturated monoglycerides. **Journal of Functional Foods**, v. 35, p. 51–59, 2017.

NGAMWONGLUMLERT, L.; DEVAHASTIN, S.; CHIEWCHAN, N. Natural colorants: Pigment stability and extraction yield enhancement via utilization of appropriate pretreatment and extraction methods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 57, n. 15, p. 3243–3259, 2017.

OLIVEIRA, M. T. R. DE et al. Características biométricas e físico-químicas do fruto, morfologia da semente e da plântula de *Averrhoa carambola* L. (oxalidaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 251–260, 2011.

ÖZTÜRK, H. İ.; DEMIRCI, T.; AKIN, N. Production of functional probiotic ice creams with white and dark blue fruits of *Myrtus communis*: The comparison of the prebiotic potentials on *Lactobacillus casei* 431 and functional characteristics. **LWT - Food Science and Technology**, v. 90, p. 339–345, 2018.

POT, B. et al. The potential impact of the *Lactobacillus* name change: The results of an expert meeting organised by the Lactic Acid Bacteria Industrial Platform (LABIP). **Trends in Food Science and Technology**, v. 94, p. 105–113, 2019.

RASEIRA, M. DO C. et al. **Espécies frutíferas nativas do Sul do Brasil**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2004. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/744946>>. Acesso em: 28 jul. 2020.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. **Química de Alimentos**. 2° ed. São Paulo: Instituto Mauá de Tecnologia, 2007.

RUFINO, M. DO S. M. et al. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza, 2007. Disponível em: [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT/10224/1/Cot\\_127.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT/10224/1/Cot_127.pdf). Acesso em: 19 nov. 2019.

SARMENTO, M. B.; SILVA, A. C. S. DA; SILVA, C. S. DA. Recursos genéticos de frutas nativas da família Myrtaceae no Sul do Brasil. **Fórum**, v. 24, p. 250–262, 2012. Disponível em: [http://snida.agricultura.gov.br/binagri/bases/agb/Agb\\_Docs\\_Fonte/BR2013007956.pdf](http://snida.agricultura.gov.br/binagri/bases/agb/Agb_Docs_Fonte/BR2013007956.pdf). Acesso em: 26 jul. 2020.

SCHWARTZ, S. J. et al. Colorants. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. (Eds.). **Fennema's Food Chemistry**. 5° ed. New York: Taylor & Francis, 2017. p. 708–724.

SENAKA RANADHEERA, C. et al. Production of probiotic ice cream from goat's milk and effect of packaging materials on product quality. **Small Ruminant Research**, v. 112, n. 1–3, p. 174–180, 2013.

SERAGLIO, S. K. T. et al. Nutritional and bioactive potential of Myrtaceae fruits during ripening. **Food Chemistry**, v. 239, p. 649–656, 2018.

SILVA, A. C. DA et al. Influence of milk type in texture and stability of ice cream. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 68, n. 393, p. 26–35, 2013.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In: PACKER, L. (Ed.). . **Methods in Enzymology**. California: Academic Press, Inc., 1999. v. 299p. 152–178.

SMITH, K. W. Specialty oils and fats in ice cream. In: GEOFF TALBOT (Ed.). . **Specialty Oils and Fats in Food and Nutrition: Properties, Processing and Applications**. 1° ed. Bedfordshire: Woodhead Publishing, 2015. p. 272–284.

SOLER, M. P.; VEIGA, P. G. **Sorvetes**. 1° ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2001.

SOUKOULIS, C.; TZIA, C. Grape, raisin and sugarcane molasses as potential partial sucrose substitutes in chocolate ice cream: A feasibility study. **International Dairy Journal**, v. 76, p. 18–29, 2018.

SOUZA, J. C. B. DE et al. Sorvete: Composição, Processamento E Viabilidade Da Adição De Probiótico. **Alim. Nutri.**, v. 21, n. September, p. 155–165, 2010.

SOUZA, L. DOS S. DE. **Caracterização de frutos e propagação vegetativa de guabijuzeiro (Myrcianthes pungens (o.berg) d. legrand)**. 2010. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 2010.

SOUZA, L. DOS S. DE et al. Desinfestação de sementes e multiplicação in vitro de guabijuzeiro a partir de segmentos apicais juvenis (Myrcianthes pungens O.Berg) D. Legrand. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 691–697, 2011.

SPERRY, M. F. et al. Probiotic Minas Frescal cheese added with *L. casei* 01: Physicochemical and bioactivity characterization and effects on hematological/biochemical parameters of hypertensive overweighted women – A randomized double-blind pilot trial. **Journal of Functional Foods**, v. 45, p. 435–443, 2018.

STEFANELLO, M. É. A.; PASCOAL, A. C. R. F.; SALVADOR, M. J. Essential oils from neotropical Myrtaceae: Chemical diversity and biological properties. **Chemistry and Biodiversity**, v. 8, n. 1, p. 73–94, 2011.

STRINGHETA, P. C. et al. Políticas de saúde e alegações de propriedades funcionais e de saúde para alimentos no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 43, n. 2, p. 181–194, 2007.

SUN-WATERHOUSE, D. et al. Producing ice cream using a substantial amount of juice from kiwifruit with green, gold or red flesh. **Food Research International**, v. 50, n. 2, p. 647–656, 2013.

TRIPATHI, M. K.; GIRI, S. K. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. **Journal of Functional Foods**, v. 9, n. 1, p. 225–241, 2014.

VICENTE DRAGANO, N. R.; CASTRO MARQUES, A. Y. Native Fruits, Anthocyanins in Nutraceuticals, and the Insulin Receptor/Insulin Receptor Substrate-1/Akt/Forkhead Box Protein Pathway. In: **Molecular Nutrition and Diabetes**. Campinas: Elsevier, p. 131–145, 2016.

VIEIRA, A. P.; NICOLETI, J. F.; TELIS, V. R. N. Liofilização de fatias de abacaxi: avaliação da cinética de secagem e da qualidade do produto. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 1, p. 50–58, 2012.

VISSOTTO, F. et al. Caracterização físico-química e reológica de chocolate comerciais tipo cobertura elaborados com gorduras alternativas. **Brazilian journal of food technology**, v. 2, n. 1–2, p. 139–148, 1999.

VUOLO, M. M.; LIMA, V. S.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R. **Phenolic Compounds: Structure, Classification, and Antioxidant Power**. Campinas: Elsevier Inc., 2018.

ZANATTA, C. F. et al. Determination of anthocyanins from Camu-camu (*Myrciaria dubia*) by HPLC-PDA, HPLC-MS, and NMR. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 24, p. 9531–9535, 2005.

ZHENG, J. et al. A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus* beijerinck 1901, and union of Lactobacillaceae and Leuconostocaceae. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v. 70, n. 4, p. 2782–2858, 2020.

**ANEXO A - Ficha para caracterização de equipe****Levantamento de dados****Nome:** \_\_\_\_\_ **Data:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_**Sexo:** ( ) Feminino ( ) Masculino**Idade (anos):** ( ) 18-25 ( ) 26-35 ( ) 36-45 ( ) 46-55 ( ) 56-65 ( ) > 65**Grau de instrução:**( ) Ensino fundamental ( ) Ensino superior incompleto ( ) Pós-graduação incompleto  
( ) Ensino médio ( ) Ensino superior completo ( ) Pós-graduação completo**Profissão:** \_\_\_\_\_**Com que frequência você consome sorvete?**( ) Não consumo ( ) 3 vezes por semana ( ) Ocasionalmente  
( ) Diariamente ( ) 1 vez por semana**Qual seu sabor favorito?** ( ) Chocolate ( ) Creme ( ) Flocos ( ) Morango ( ) Açaí  
( ) Outros. Quais? \_\_\_\_\_**Com que frequência você consome algum tipo de alimento funcional?**( ) Não consumo ( ) 3 vezes por semana ( ) Ocasionalmente  
( ) Diariamente ( ) 1 vez por semana**Quais alimentos funcionais você consome?** ( ) iogurte ( ) leite fermentado ( ) kefir  
( ) sorvete ( ) queijo ( ) requeijão ( ) Outros. Quais?  
\_\_\_\_\_**Qual seu grau de conhecimento em relação ao fruto guabijú?**

( ) Não conheço ( ) Já vi/ouvi falar, mas nunca consumi ( ) Já consumi

**Você consumiria um sorvete probiótico de guabijú?**

( ) Sim ( ) Não

## ANEXO B - Termo de consentimento livre e esclarecido na forma de convite para julgadores de sorvete



CENTRO UNIVERSITÁRIO INTEGRADO

Mantenedora: CEI - Centro Educacional Integrado Ltda

Credenciamento: Portaria Nº 1.368 de 27/10/2017, publicada no D.O.U. 30/10/17

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Você está sendo convidado (a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa “Sorvete funcional adicionado de guabijú (*Myrcianthes pungens*) e *Lactobacillus acidophilus*”.

No caso de você concordar em participar, favor assinar ao final do documento. Sua participação não é obrigatória e, a qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador (a) ou com a instituição. Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e endereço do pesquisador (a) principal, podendo esclarecer dúvidas do projeto e de sua participação.

**Nome da pesquisa:** “Sorvete funcional adicionado de guabijú (*Myrcianthes pungens*) e *Lactobacillus acidophilus*”.

**Pesquisador(a) responsável:** Profa. Dra. Ângela Claudia Rodrigues

**Endereço:** Avenida Brasil, número 4232, bairro Parque Independência, Medianeira, PR, CEP 84885-000

**Telefone:** (45) 3240-8109

**E-mail:** angelac.utfpr@gmail.com

**Pesquisadores participantes:** Discente Elisandra Detoni e Dra. Daneysa Lahis Kalschne.

**Objetivos da pesquisa:** O objetivo dessa etapa da pesquisa é avaliar a aceitação e intenção de compra de sorvete adicionado do fruto guabijú e do microrganismo probiótico *Lactobacillus acidophilus*.

**Procedimentos do estudo:** serão desenvolvidas três formulações de sorvete onde será adicionada farinha de guabijú em três concentrações diferentes, mais a cultura probiótica. Uma quarta amostra será um sorvete controle, sem adição de fruto e probiótico, sabor creme. O sorvete será produzido com (%): leite (66,6), creme de leite (6,6), açúcar (14,8), leite em pó (10,0), estabilizante (1,0), emulsificante (1,0). A elaboração prática das formulações será conduzida seguindo-se as Boas Práticas de Fabricação. Serão realizadas análises microbiológicas de qualidade, conforme especificado na Resolução nº 12 de 02 de janeiro de 2001 (*Salmonella*, *Staphylococcus* coagulase positiva e Coliformes a 45 °C) e além dessas, análises físico-químicas (acidez, umidade, pH, lipídios, proteína, carboidrato total, cinza, fibra bruta, sólidos solúveis totais, antioxidantes, antocianinas, parâmetros de cor, textura, taxa de derretimento e *overrun*). Estando aptas para o consumo, para avaliar a aceitação e intenção de compra será conduzida a uma avaliação sensorial. Para o teste de aceitação será aplicada escala hedônica com categorias do gostei extremamente (9) a desgostei extremamente (1), para avaliar os atributos de cor, aroma, textura, sabor e impressão global; intenção de compra, que consiste na utilização da escala de 5 pontos com as categorias do certamente não compraria (1) à certamente compraria (5), para indicar a intenção de compra. Você será convidado a degustar as amostras, num total de quatro, numa única sessão, e a quantidade será de 30 g por amostra à temperatura de -10°C, acondicionadas em copos descartáveis, sendo acompanhada de um copo com água mineral sem gás, para que você possa realizar

a limpeza do palato, após a degustação de cada amostra, de forma que não fique o gosto residual na boca, após a sua avaliação. Para caracterizar a equipe participante, você será convidado a responder um questionário sobre idade, gênero (masculino ou feminino), escolaridade e profissão e a respeito do hábito de consumo de sorvetes. Poderão participar todos os indivíduos com idade acima de 18 anos que consomem gelados comestíveis que tenham disponibilidade no dia da avaliação sensorial. Serão excluídos da avaliação sensorial, indivíduos que apresentem intolerância à lactose e alergia a proteína do leite e seus derivados

**Custo/Reembolso para o participante:** ao participante ou responsável não acarretará nenhum gasto assim como não receberá qualquer espécie de reembolso ou gratificação devido à participação na pesquisa.

**Confidencialidade da pesquisa:** a equipe de pesquisa manterá em sigilo a privacidade dos sujeitos quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. Apenas serão divulgados dados diretamente relacionados aos objetivos da pesquisa.

#### **DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO**

Li, ou alguém leu para mim, as informações contidas neste documento antes de assinar este termo de consentimento. Declaro que fui informado sobre os métodos e meios do estudo a ser utilizado, as inconveniências, riscos, benefícios e eventos que podem vir a ocorrer em consequência dos procedimentos do estudo. Declaro que tive tempo suficiente para ler e entender as informações acima. Declaro também que toda a linguagem técnica utilizada na descrição deste estudo de pesquisa foi satisfatoriamente explicada e que recebi respostas para todas as minhas dúvidas. Confirmando também que recebi uma cópia deste formulário de consentimento. Compreendo que sou livre para me retirar do estudo em qualquer momento, sem perda de benefícios ou qualquer outra penalidade.

Dou meu consentimento de livre e espontânea vontade e sem reservas para participar deste estudo.

Nome do participante (em letra de forma)	Assinatura do participante ou representante legal	Data

OBS: caso necessário poderá ser acrescentado mais linhas de acordo com o número de participantes.

Atesto que expliquei cuidadosamente a natureza e o objetivo deste estudo, os possíveis riscos e benefícios da participação no mesmo, junto ao participante e/ou seu representante autorizado. Acredito que o participante e/ou seu representante recebeu todas as informações necessárias, que foram fornecidas em uma linguagem adequada e compreensível e que ele/ela compreendeu essa explicação.

---

Assinatura do pesquisador

---

Data



### ANEXO C - Ficha para análise sensorial

#### TESTE HEDÔNICO

Nome:..... Data: ...../...../.....

Você está recebendo uma amostra de Sorvete Probiótico de Guabijú. Por favor, avalie a amostra usando a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada atributo e indique o que você mais apreciou e menos apreciou. Use água para limpar o palato antes e entre as amostras.

AMOSTRA: \_\_\_\_\_

- 9 – gostei muitíssimo
- 8 – gostei muito
- 7 – gostei moderadamente
- 6 – gostei ligeiramente
- 5 – nem gostei/nem desgostei
- 4 – desgostei ligeiramente
- 3 – desgostei moderadamente
- 2 – desgostei muito
- 1 – desgostei muitíssimo

Aparência:
Cor:
Odor:
Creiosidade:
Textura (presença de partículas):
Sabor:
Impressão global:

Indique o que você mais apreciou:.....

.....

Indique o que você menos apreciou:.....

.....

#### TESTE DE INTENÇÃO DE COMPRA

Com relação a amostra avaliada, indique a sua intenção de compra conforme a escala abaixo.

- 5 – certamente compraria
- 4 – possivelmente compraria
- 3 – talvez compraria/talvez não compraria
- 2 – possivelmente não compraria
- 1 – certamente não compraria

Intenção de compra:

Comentários:.....

.....

Obrigada pela participação!