



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

JÉSSIKA MENCK CURTI

**DESENVOLVIMENTO DO SORVETE DE CAMU-CAMU  
UTILIZANDO O PLANEJAMENTO DE MISTURA**

JÉSSIKA MENCK CURTI

**DESENVOLVIMENTO DO SORVETE DE CAMU-CAMU  
UTILIZANDO O PLANEJAMENTO DE MISTURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, nível Mestrado, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Wilma Aparecida Spinosa

Coorientadora: Profa. Dra. Marly Sayuri Katsuda

Londrina  
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

C978d Curti, Jéssika Menck.  
Desenvolvimento do sorvete de camu-camu utilizando o planejamento de mistura / Jéssika Menck Curti. - Londrina, 2019.  
115 f. : il.

Orientador: Wilma Aparecida Spinosa.  
Coorientador: Marly Sayuri Katsuda.  
Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, 2019.  
Inclui bibliografia.

1. Sorvetes, gelados, etc - Tese. 2. Camu-camu - Tese. 3. Vitamina C - Tese. 4. Produtos novos - Tese. I. Spinosa, Wilma Aparecida. II. Katsuda, Marly Sayuri . III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos. IV. Título.

CDU 641.1

JÉSSIKA MENCK CURTI

**DESENVOLVIMENTO DO SORVETE DE CAMU-CAMU UTILIZANDO  
O PLANEJAMENTO DE MISTURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, nível Mestrado, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Profa. Dra. Wilma Aparecida Spinosa  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Fábio Yamashita  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Leonel Vinicius Constantino  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 26 de abril de 2019

Dedico este trabalho aos meus pais  
Amélia e Osvaldo, aos meus irmãos,  
Aluana e Ricardo e ao meu  
namorado, Diogo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus pela oportunidade e pelo cuidado constante em cada momento da minha vida.

À Profa. Dra. Lúcia Helena da Silva Miglioranza que no começo aceitou me orientar e à Profa. Dra. Wilma Aparecida Spinosa por ter aceitado continuar a orientação. Agradeço pela confiança, pela paciente revisão do texto final, além de compreender as minhas dificuldades.

À Profa. Dra. Marly Sayuri Katsuda por aceitar ser minha coorientadora, pela ajuda na construção deste trabalho e dos conhecimentos passados, além das discussões científicas, das inúmeras contribuições e sugestões.

Aos que contribuíram com o trabalho, em especial o Prof. Dr. Fábio Yamashita, Prof. Dr. Leonel Vinicius Constantino e a Profa. Dra. Marta de Toledo Benassi pela ajuda fornecida em todo o trabalho, no planejamento, nas análises, nas ideias. Muito obrigada.

À minha família, meus pais Amélia de Lourdes Menck e Osvaldo Curti, aos meus irmãos Aluana Menck Curti e Ricardo Augusto Menck Curti pelo grande amor, apoio e dedicação e por estar sempre à disposição para tudo. Ao meu namorado, Diogo Barros Azevedo, pela compreensão, dedicação, apoio e principalmente por todo amor e carinho que me forneceu para com este trabalho.

À CAPES, pela bolsa de estudos fornecida, para garantir os recursos deste trabalho.

A todos que contribuíram e estiveram presentes de alguma forma, com uma palavra de incentivo, ajuda nos experimentos ou companhia durante este período importante em minha vida.

CURTI, Jéssika Menck. **Desenvolvimento do sorvete de camu-camu utilizando o planejamento de mistura**. 2019. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

## RESUMO

O presente trabalho estabeleceu formulação de sorvete com adição de polpa de camu-camu, por meio do planejamento de mistura de vértices extremos. Efetuou-se a caracterização proximal e físico-química da polpa de camu-camu, quanto ao teor de umidade, cinzas, proteína, lipídeos, carboidratos, pH, acidez titulável e teor de sólidos solúveis. As capacidades antioxidantes foram determinadas pelos compostos reativos ao Folin-Ciocalteu, pela redução do ferro - FRAP (2.4.6-Tris(2-piridil)-s-triazina), pelo método de captura do radical livre DPPH (1,1-difenil-2-picrilidrazil) e ABTS<sup>•+</sup> [2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)]. A quantificação do teor de ácido ascórbico foi pelo método de Tillmans. O estudo da formulação do sorvete consistiu em avaliar o efeito das concentrações de polpa (20 a 26%), açúcar (12 a 14%) e extrato seco desengordurado (12 a 16%), totalizando dez formulações com uma repetição no ponto central. Caracterizou-se as nove formulações de sorvetes com diferentes proporções dos três ingredientes. Para o planejamento, os atributos avaliados foram a incorporação de ar (*overrun*), densidade aparente, tempo de derretibilidade, relação °Brix e acidez titulável (*ratio*) e valor do custo estimado. Para *overrun* e densidade não foram gerados modelos significativos. O tempo de derretibilidade resultou em modelo quadrático, e *ratio* e custo modelos lineares. Três formulações foram definidas pelos parâmetros de maior tempo total de derretibilidade, maior *ratio* e menor custo predito. Estas formulações foram avaliadas quanto a composição proximal, características físico-químicas e tecnológicas, capacidade antioxidantes, microbiológica, aceitação sensorial e valor energético. Utilizou-se a escala hedônica de dez centímetros para avaliar a aceitação. A polpa de camu-camu apresentou 406,53 mg de ácido ascórbico (AA) 100 g<sup>-1</sup>, 1.673,44 mg de equivalente de ácido gálico (EAG) 100 g<sup>-1</sup> para compostos reativos e capacidades antioxidantes de 37,98 µmol TEAC 100 g<sup>-1</sup> para DPPH, 8.185,0 µmol TEAC 100 g<sup>-1</sup> para ABTS e 412,70 µmol TEAC 100 g<sup>-1</sup> para o FRAP. Os sorvetes definidos pelo delineamento consistiram em S11 (26% de polpa, 12% de açúcar e 12% de ESD), S12 (20% de polpa, 14% de açúcar e 16% de ESD) e S13 (24% de polpa, 14% de açúcar e 12% de ESD). A formulação S11 destacou-se pelo maior teor de umidade, acidez, *overrun* e tempo de derretibilidade, e menor pH, *ratio* e densidade. Já a formulação S12 apresentou maior teor de proteína, carboidratos, *ratio* e densidade, e menor acidez, *overrun* e tempo de derretibilidade. Os sorvetes contaram com teores ácido ascórbico de 202,35; 169,36; 201,74 mg de AA 100 g<sup>-1</sup> respectivamente. Sensorialmente os sorvetes não se diferenciaram significativamente nos atributos aroma, aparência, cor e textura. O sorvete S12 apresentou maior aceitação nos atributos sabor e impressão global (8,61 e 8,24, respectivamente). Os resultados deste estudo indicam que o sorvete de camu-camu possui boa aceitação pelos consumidores em formulações de elevado teor de leite em pó e açúcar e teores de polpa inferior a 24%.

**Palavras-chave:** *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh. Compostos redutores. Desenvolvimento de Novos Produtos. Ácido Ascórbico. Aceitação.

CURTI, Jéssika Menck. **Development of camu-camu ice cream using blend planning**. 2019. 115 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

## ABSTRACT

The present work established formulation of milk ice cream with addition of camu-camu pulp, through the extreme vertex design. The proximal and physicochemical characterization of the camu-camu pulp was carried out in terms of moisture content, ashes, protein, lipids, carbohydrates, pH, titratable acidity and soluble solids content. The antioxidant capacity was determined by the Folin-Ciocalteu reactive compounds, by the reduction of FRAP (2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine) by the free radical capture method DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) and ABTS•+ [2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)]. The quantification of the ascorbic acid content by the Tillmans method. The study of ice cream formulation consisted of evaluating the effect of the concentrations of pulp (20 to 26%), sugar (12 to 14%) and dry extract defatted (12 to 16%), totalizing ten formulations with one repetition at the central point. The nine formulations of ice creams with different proportions of the three ingredients were characterized. For the planning, the evaluated attributes were the incorporation of air (*overrun*), apparent density, melt time, °Brix ratio and titratable acidity (*ratio*) and estimated cost value. For *overrun* and density no significant models were generated. The melting time resulted in quadratic model, and *ratio* and cost linear models. Three formulations were defined by the parameters of greater total melt time, higher *ratio* and lower cost predicted. These formulations were evaluated for proximal composition, physicochemical and technological characteristics, antioxidant capacity, microbiological, sensory acceptance and energetic value. The ten-centimeter hedonic scale was used to evaluate the acceptance. The camu-camu pulp presented 406.53 mg of ascorbic acid (AA) 100 g<sup>-1</sup>, 1,673.44 mg of gallic acid equivalent (EAG) 100 g<sup>-1</sup> for reactive compounds and antioxidant capacities of 37.98 μmol TEAC 100 g<sup>-1</sup> for DPPH, 8185.0 μmol TEAC 100 g<sup>-1</sup> for ABTS and 412.70 μmol TEAC 100 g<sup>-1</sup> for FRAP. The sorghums defined by the design consisted of S11 (26% pulp, 12% sugar and 12% ESD), S12 (20% pulp, 14% sugar and 16% ESD) and S13 (24% pulp, 14% sugar and 12% ESD). The formulation S11 was highlighted by the higher content of moisture, acidity, *overrun* and time of melting, and lower pH, *ratio* and density. The S12 formulation presented higher protein content, carbohydrates, *ratio* and density, and lower acidity, *overrun* and time of melting. The sorbets also had ascorbic acid contents of 202,35 ± 11,23; 169,36 ± 2,62; 201,74 ± 0,80 mg AA 100 g<sup>-1</sup> respectively. Sensorially the ice creams did not differentiate significantly in the attributes aroma, appearance, color and texture. The S12 ice cream presented greater acceptance in the flavor and overall impression attributes (8,61 and 8,24, respectively). The results of this study indicate that camu-camu ice cream has excellent nutritional value and good acceptance in formulations of high milk powder and sugar content and pulp content of less than 24%.

**Key words:** Myrciaria dubia (H.B.K.) McVaugh. Reducing compounds. Development of new products. Ascorbic acid. Acceptance.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b>	– Plantas de camu-camu na ribeira do rio (habitat natural).....	15
<b>Figura 2</b>	– Aspectos dos frutos do camu-camu .....	17
<b>Figura 3</b>	– Mudança de cor do radical DPPH após reagir com antioxidante .....	23
<b>Figura 4</b>	– Redução do Fe (III) a Fe (II) pela adição de um antioxidante .....	24
<b>Figura 5</b>	– Estabilização do radical ABTS•+ por um antioxidante.....	25
<b>Figura 6</b>	– Exemplo da região experimental composta por 3 componentes, com limites inferiores e superiores para todos os componentes.....	35
<b>Figura 7</b>	– Fluxograma do processo de fabricação do sorvete de camu- camu .....	43
<b>Figura 8</b>	– Curvas de nível do delineamento vértices extremos para tempo total de derretimento das formulações de sorvete à base de camu-camu .....	65
<b>Figura 9</b>	– Curvas de nível do delineamento vértices extremos para <i>ratio</i> das formulações de sorvete à base de camu-camu.....	67
<b>Figura 10</b>	– Curvas de nível do delineamento vértices extremos para custo (reais) das formulações de sorvete à base de camu-camu.....	68

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Planejamento de mistura com restrição e repetição do ponto central (PC) para as formulações de sorvete de camu-camu variando as concentrações de polpa de camu-camu, açúcar e teor de extrato seco desengordurado (ESD).....	41
<b>Tabela 2</b> – Proporção dos ingredientes utilizados nas formulações do sorvete de camu-camu através do planejamento de mistura variando as frações de polpa, açúcar refinado e extrato seco desengordurado .....	42
<b>Tabela 3</b> – Análises microbiológicas e quantidades máximas permitidas para polpas de frutas e gelados comestíveis .....	46
<b>Tabela 4</b> – Teor (%) dos atributos bioquímicos da polpa de camu-camu .....	49
<b>Tabela 5</b> – Capacidade antioxidante da polpa de camu-camu .....	52
<b>Tabela 6</b> – Análise proximal das formulações de sorvetes de camu-camu com diferentes proporções de polpa, açúcar e extrato seco desengordurado .....	55
<b>Tabela 7</b> – Análise físico-química e teor de ácido ascórbico das formulações de sorvetes de camu-camu com diferentes proporções de polpa, açúcar e extrato seco desengordurado .....	58
<b>Tabela 8</b> – Valores médios de <i>overrun</i> , densidade, derretibilidade e <i>ratio</i> das formulações de sorvete de camu-camu elaborados a partir do efeito da mistura de polpa de camu-camu (x1), açúcar e (x2) e ESD (x3) de acordo com o planejamento experimental vértices extremos .....	61
<b>Tabela 9</b> – Equações do modelo para tempo de derretibilidade, <i>ratio</i> e custo do sorvete de camu-camu.....	64
<b>Tabela 10</b> – Caracterização proximal e físico-químicas dos sorvetes de camu-camu .....	69
<b>Tabela 11</b> – Análises físico-químicas e teor de ácido ascórbico dos sorvetes de camu-camu .....	70
<b>Tabela 12</b> – Análise tecnológicas dos sorvetes de camu-camu.....	72
<b>Tabela 13</b> – Análise das propriedades antioxidantes dos sorvetes de camu-camu .....	73
<b>Tabela 14</b> – Notas obtidas na análise sensorial das formulações dos sorvetes no teste de aceitação .....	76

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO</b> .....	<b>14</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
3.1	CAMU-CAMU .....	15
3.1.1	Comercialização e Aplicação do Camu-camu .....	17
3.1.2	Composição Química do Camu-camu.....	18
3.2	ATIVIDADE ANTIOXIDANTE .....	20
3.2.1.	Antioxidante Naturais .....	20
3.2.1.1	Compostos redutores .....	20
3.2.1.2	Ácido ascórbico .....	21
3.2.2	Métodos de Avaliação da Atividade Antioxidante .....	22
3.2.2.1	Método do sequestro do radical livre DPP .....	23
3.2.2.2	Método de redução do ferro – FRAP.....	23
3.2.2.3	Método da captura do radical livre ABTS .....	24
3.2.2.4	Determinação da capacidade redutora.....	25
3.3	SORVETE .....	26
3.3.1	Classificação .....	26
3.3.2	Consumo e Qualidade do Sorvete.....	27
3.3.3	Composição e Processos Tecnológicos.....	29
3.4	PLANEJAMENTO DE MISTURA.....	33
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>36</b>
4.1	MATERIAL.....	36
4.2	CARACTERIZAÇÃO DA POLPA DE CAMU-CAMU .....	36
4.2.1	Análise Proximal e Caracterização Físico-Química da Polpa .....	37
4.2.2	Determinação da Capacidade Antioxidante.....	37
4.2.2.1	Determinação de compostos reativos ao Folin-Ciocalteu .....	39
4.3	FORMULAÇÃO DO SORVETE DE CAMU-CAMU .....	39

4.3.1	Planejamento de Mistura para Formulação dos Sorvetes .....	40
4.3.2	Produção dos Sorvetes de Camu-camu .....	42
4.4	CARACTERIZAÇÃO DOS SORVETES DE CAMU-CAMU .....	44
4.4.1	Análise Proximal e Caracterização Físico-Química dos Sorvetes .....	44
4.4.2	Análise tecnológica dos sorvetes de camu-camu.....	44
4.4.3	Determinação da Capacidade Antioxidante dos Sorvetes.....	45
4.4.4	Cálculo do Valor Energético dos Sorvetes .....	45
4.5	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DOS SORVETES .....	46
4.6	ANÁLISE SENSORIAL DOS SORVETES.....	46
4.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	47
<b>5</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>49</b>
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA POLPA DE CAMU-CAMU .....	49
5.2	DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA DE CAMU-CAMU .....	52
5.3	CARACTERIZAÇÃO DOS SORVETES DE CAMU-CAMU .....	54
5.4	ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E ESCOLHA DAS FORMULAÇÕES DE SORVETE .....	60
5.5	CARACTERIZAÇÃO DOS SORVETES SELECIONADOS .....	69
5.6	ANÁLISE SENSORIAL .....	75
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>78</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>79</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>98</b>
	APÊNDICE A – Desejabilidade das formulações de sorvete com adição da polpa de camu-camu.....	99
	APÊNDICE B – Termo de derretimento dos sorvetes de camu-camu.....	102
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>109</b>
	ANEXO A - Certificado de apresentação para apreciação ética.....	110
	ANEXO B - Questionário aplicado para avaliação sensorial do sorvete com adição da polpa de Camu-camu.....	112
	ANEXO C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	113

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado um dos principais produtores mundiais de frutas, tanto pela variedade quanto pela quantidade de produção ao longo do ano. No primeiro bimestre de 2018 a alta foi de 18,3% comparado com o mesmo período de 2017. Houve um aumento de 14,4% nas exportações de frutas frescas e processadas brasileiras no mesmo período e espera-se que esse número aumente para a safra de 2019. Apesar do Brasil ser o terceiro maior produtor do mundo em volume de frutas, perdendo apenas para China e Índia, ainda é o 23º no ranking dos exportadores globais. Os números são promissores embora apenas 2,5% de todo o volume de frutas produzidos no país é destinado para exportação. A União Europeia responde por 70% do destino das exportações brasileiras de frutas, Estados Unidos com 15% e as outras distribuídas entre países da América do Sul e o Oriente Médio (ABRAFRUTAS, 2018).

O país apresenta uma grande diversidade de frutas o ano todo, sendo elas classificadas como tropicais, subtropicais e de clima temperado, isso é destacado pela extensa biodiversidade de espécies frutíferas nativas e exóticas (FUJITA *et al.*, 2013). As frutas contém minerais, fibras, vitaminas e compostos fitoquímicos secundários que estão relacionados à prevenção de doenças cardiovasculares, circulatórias, cancerígenas e neurológicas, além de, possuírem atividade anti-inflamatória, antialérgica, antitrombótica e antimicrobiana (RUFINO *et al.*, 2010). A maior parte das frutas produzidas é demandada pela população brasileira e pela indústria processadora. A comercialização de frutas e polpas congeladas são muito usadas em bebidas, geleias e sorvetes (BRUNINI *et al.*, 2002)

Dentre as frutas exóticas brasileiras, está o camu-camu, (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh), fruto nativo da Região Amazônica e conhecido por apresentar altos níveis de ácido ascórbico, compostos redutores e carotenoides (RODRIGUES *et al.*, 2006). Além de ter quantidades consideráveis de minerais como potássio, cálcio e zinco (YUYAMA *et al.*, 2003). Segundo Vidigal *et al.* (2011) o camu-camu apresenta 20 vezes mais ácido ascórbico que a acerola, e segundo Durigan *et al.* (2016) o fruto do camu-camu chegou a atingir 7.355,20 mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa, isso equivale, em média, seis vezes mais que a

acerola, 30 vezes mais que o caju, 100 vezes mais que a laranja e 150 vezes mais que o limão, segundo dados oficiais da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) (DURIGAN *et al.*, 2016). No Brasil, esse fruto ainda é pouco explorado mesmo que as frutas exóticas apresentem alto potencial para exportação (SEBRAE, 2015). Segundo Fracassetti *et al.* (2013), o camu-camu é um fruto que apresenta alta acidez na polpa e adstringência da casca ocasionando uma limitação ao seu consumo.

O fruto passou a ser utilizado como antioxidante (conservante) pela indústria de cosméticos, que também incluíram seu suco em alguns produtos, acatando à preferência do público por componentes naturais (DIB TAXI, 2001). Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA, 2011) o Japão e os Estados Unidos já utilizam o camu-camu em forma de néctar, balas e doces e são os principais interessados na comercialização do produto na forma de polpa congelada. Os Estados Unidos já importam camu-camu da América do Sul para produzir tabletes de vitamina C natural, com nome comercial de *camu-plus* (EMBRAPA, 2012). A EMBRAPA - Roraima também disponibilizou materiais impressos que apresentam receitas do aproveitamento da fruta como, suco caseiro e picolés (DURIGAN; CHAGAS; GRIGIO, 2017).

Portanto, é interessante criar alternativas para aproveitar os benefícios que o fruto traz e garantir que não sejam perdidos durante o processamento, além de atribuir pesquisas para propor alternativas tecnológicas e melhorar sua aceitação. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi desenvolver um sorvete de leite com adição da polpa de camu-camu por meio do planejamento de mistura de vértice extremo, e analisar a composição proximal, características físico-químicas e tecnológicas, capacidade antioxidante, aceitação sensorial e valor energético.

## 2. OBJETIVO

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver sorvete de leite com adição da polpa de camu-camu.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a polpa de camu-camu quanto à composição proximal, análises físico-químicas, capacidade antioxidante e qualidade microbiológica;
- Formular sorvetes aplicando um planejamento, vértices extremos, envolvendo os fatores concentração de polpa da fruta, açúcar e extrato seco desengordurado (ESD);
- Caracterizar as nove formulações quanto a composição proximal e análises físico-químicas.
- Analisar os sorvetes a partir dos parâmetros tecnológicos (*overrun*, densidade aparente e tempo de derretimento) e o *ratio* e selecionar três formulações de sorvete com melhores resultados através do planejamento;
- Analisar a qualidade microbiológica dos sorvetes selecionados submetidos à avaliação de aceitação sensorial;
- Caracterizar os sorvetes selecionados quanto à composição proximal, análises físico-químicas e tecnológicas, capacidade antioxidante e valor energético.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 CAMU-CAMU

Os primeiros autores a descreverem o camu-camu, (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) foram Humboldt, Bonpland e Kunth em 1823, e o primeiro nome dado ao fruto foi *Psidium dubium* H.B.K da espécie da família *Myrtaceae*. Hoje, sabe-se que o fruto pertence ao gênero *Myrciaria* e, em 1963 Roger Mc Vaugh transferiu a espécie para este gênero, passando a ser chamado de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh (RIBEIRO; MOTA; CORREA, 2002).

O camu-camu é um fruto nativo da Bacia Amazônica (Amazônia Brasileira e Peruana), encontrado naturalmente em áreas de inundações periódicas, com terras baixas em torno de rios e lagos, geralmente de água preta (Figura 1). Como essas áreas são consideradas inadequadas para produção de outras frutas, estudos foram realizados para adaptar o cultivo do camu-camu em sistemas sequeiros, para ampliar a produção, o rendimento e a sua qualidade (RODRIGUES *et al.*, 2003).

**Figura 1** – Plantas de camu-camu na ribeira do Rio Solimões (habitat natural).



Fonte: Zamudio (2007).

Dependendo da região em que se encontra, no Brasil, o camu-camu é conhecido também como, caçari, araçá-d'água, sarão e crista de galo. Seu nome também muda dependendo do país de origem como, guaybito (América do Sul, Colômbia), guayabato (Venezuela), rumberry (América do Sul) e *camu-plus* (América do Norte e Europa) (VILLACHICA, 1997).

No Brasil o fruto é encontrado desde o litoral Atlântico no Estado do Pará até a região Pré-Amazônia Tocantina (FIEAM, 2002). A espécie cultivada ocorre nos estados do Amapá, Maranhão, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins (EMBRAPA, 2012). Em São Paulo, o fruto é cultivado na região de Bebedouro e no Vale da Ribeira (PINEDO, 2002). A adaptação do camucamuzeiro em solos adubados e com boa drenagem encontram-se com êxito no Estado de São Paulo, principalmente, nas regiões de Registro, Biguá, Iguape e Mirandópolis (ZANATTA; MERCADANTE, 2007). Segundo Oliveira (2013) o fruto vem sendo cultivado em sistemas sequeiros, no interior de São Paulo, na região do Vale do Ribeira e Mirandópolis. Seu cultivo demonstra ser promissor e economicamente viável. As frutas produzidas nestas regiões são comercializadas na Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) sendo a maior produção nas regiões de Iguape e Mirandópolis (PINEDO, 2007).

Os frutos de camu-camu são globosos, de superfície lisa e brilhante, de 2 a 4 cm de diâmetro e peso médio de 8,4 g, coloração variando de vermelho-escuro a púrpuro-negro, quando maduros (Figura 2), possuem em média de duas a três sementes por fruto, reniforme, coberta com malha de fribila (PINEDO *et al.*, 2002). É uma planta perene, sua frutificação começa a partir de 3 ou 4 anos após seu plantio definitivo, podendo variar entre 10 a 15 t/ha/ano com correto manejo. Devido ao seu elevado teor de umidade, de aproximadamente 90%, possui característica suculenta (RIBEIRO; MOTA; CORRÊA, 2002).

No cultivo em sistema sequeiro, a safra principal acontece nos meses de dezembro a março e uma secundária nos meses de maio a julho, levando em consideração a localização geográfica da planta. Na condição nativa, o fruto tem apenas um período de safra, que vai de dezembro a março (INPA, 2014).

**Figura 2** - Aspectos dos frutos do camu-camu.



Fonte: INPA (2011).

### 3.1.1 Comercialização e Aplicação do Camu-camu

A comercialização desta fruta é na maioria das vezes em forma de polpa congelada, em razão de ser muito perecível quando madura e por fermentar rapidamente. A fruta é pouca conhecida dentro do país, mas muito procurada pelos japoneses, americanos e europeus (YUYAMA, 2011). No Brasil grande parte da polpa é disponibilizada nas regiões Norte do país (SOUZA FILHO *et al.*, 2002) e estudada pelo INPA desde 1980 e pela EMBRAPA Amazônia Oriental desde 2007. No ano de 2000, pesquisas sobre o processamento e utilização do camu-camu foram realizadas nas universidades do estado de São Paulo, UNICAMP e USP/Piracicaba, com o objetivo de melhorar o aproveitamento e aplicação tecnologia, para aumentar a vida útil do fruto *in natura* que é considerada reduzida (ZANATTA; MERCADANTE, 2007).

O Peru é o maior produtor e exportador do camu-camu (EMBRAPA, 2012) sua demanda é maior na forma de polpa congelada, e em menores escalas exporta-se na forma de polpa liofilizada ou desidratada, principalmente, para os

Estados Unidos e a União Europeia (OLIVEIRA, 2013). Na Áustria e na Alemanha, por exemplo, o fruto é comercializado como polpa de fruta seca, extrato em pó e cápsula, ou como parte de suplementos alimentares (RODRIGUES; MARX, 2006).

Antigamente o camu-camu era utilizado pelos índios como isca para pesca (ANDRADE, 1991). Na Amazônia, na década de 90 o fruto passou a ser aproveitado pela população local, em forma de sucos, picolés, geleias, doces, licores ou ingrediente para atribuir sabor a tortas e sobremesas (MAEDA; ANDRADE, 2003).

### 3.1.2 Composição Química do Camu-camu

O interesse principal pelo camu-camu está relacionado ao seu alto teor de vitamina C. Yuyama *et al.* (2002) encontraram valores de vitamina C para a polpa de camu-camu fresca entre 3.571 e 6.112 mg 100 g<sup>-1</sup> na região leste de Roraima. Pela variação de acordo com os estágios de maturação e região do fruto foram encontrados também valores entre 1.910 a 2.280 mg 100 g<sup>-1</sup> de peso da fruta fresca (CHIRINOS *et al.*, 2010; VIDIGAL *et al.*, 2011). Outras frutas analisadas por Rodrigues e Marx (2006) quanto ao teor de vitamina C, como a banana, abacaxi, maracujá, laranja, limão, kiwi e acerola apresentaram valores de 12, 19, 24, 49, 51, 71 e 1700 mg 100g<sup>-1</sup> da polpa, respectivamente.

Mesmo com altas concentrações de vitamina C, o fruto apresenta problemas de consumo pela população amazonense como em outros estados brasileiros. Primeiro por não fazer parte do hábito alimentar e segundo por ser uma fruta muito ácida e apresentar adstringência na casca, resultando em baixa demanda pelas agroindústrias. Portanto, é importante designar pesquisas para propor alternativas tecnológicas para o aproveitamento desta fruta, achar alternativas para seu melhoramento, e assim, maior probabilidade de aceitação (MAEDA, 2007).

A elevada acidez titulável (2,83 g de ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup> de polpa) caracteriza o camu-camu como um fruto de sabor ácido. Segundo Hernández *et al.* (2011) na polpa de camu-camu este teor pode variar de 1,8 a 3,8%. A razão do teor de sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT) conhecido como *ratio* e pH são baixos

e explicam o consumo limitado do fruto na forma *in natura*, porém, estas características são desejáveis no processamento de polpa e sucos (VILLACHICA, 1997; FRANCO; SHIBAMOTO, 2000). Sabe-se que o *ratio* é considerado um parâmetro utilizado para indicar a qualidade dos frutos, além de, proporcionar uma boa avaliação do grau de maturação e sabor, sendo mais representativa do que a medição isolada de açúcares e de acidez, representando o equilíbrio entre os sólidos solúveis e a acidez total titulável (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Além da vitamina C, o camu-camu também apresenta outros compostos bioativos, como compostos redutores e carotenoides. Gonçalves, Lajolo e Genovese (2010) e Rufino *et al.* (2010) analisaram teores de compostos redutores e a capacidade antioxidante do camu-camu comparando com diversas frutas nativas do Brasil, e observaram que o camu-camu apresentou maiores resultados em ambos os estudos. Dentre os compostos redutores foram identificados ácidos fenólicos como o ácido gálico, flavonoides como catequina; quercetina, kaempferol, naringenina, eriodictiol e antocianinas como a cianidina-3-glicosídeo e a delphinidina-3-glicosídeo, e altos teores de taninos como os elagitaninos (AKTER *et al.*, 2011; FRACASSETI *et al.*, 2013).

Sabe-se que a cor do camu-camu (vermelha-púrpura) é devido à presença de antocianinas, e é caracterizado como um fruto decíduo, ou seja, as antocianinas estão concentradas no pericarpo (casca) e são transferidas para a polpa apenas durante o processamento, por ruptura celular de congelamento-descongelamento ou dilaceração mecânica, resultando em um produto de coloração mais atraente. A antocianina apresenta boa estabilidade em condições ácidas, mas podem ser influenciadas pelo pH, temperatura, presença de ácido ascórbico, açúcares, íons metálicos e copigmentos, degradando-se por mecanismos em que geram um produto descolorido seguido de compostos insolúveis de coloração castanho (JACKMAN; YADA; TUNG, 1987).

## 3.2 CAPACIDADE ANTIOXIDANTE

### 3.2.1 Antioxidante Naturais

Segundo Pereira (2010) os antioxidantes naturais são substâncias que provêm de tecidos de plantas ou de animais, podendo ser extraídos. Os antioxidantes sintéticos são usados nas indústrias de alimentos por apresentarem vantagens em relação aos antioxidantes naturais, como sua efetividade e estabilidade, por exemplo, mas por apresentarem certo potencial de toxicidade, são indesejáveis e este fato induz à procura de antioxidantes naturais seguros.

As frutas tropicais são alimentos ricos, principalmente, em antioxidantes naturais destacando-se a vitamina C, E, carotenoides, compostos redutores e fibras alimentares (GONZALEZ-AGUIAR *et al.*, 2008). No consumo humano esses alimentos estão relacionados a efeitos benéficos à saúde, como a redução do risco de câncer, Alzheimer, catarata e Parkinson. Esses efeitos são concedido pelas propriedades antioxidante dos compostos bioativos, que inibem a oxidação de moléculas, e assim, evitam o início ou propagação das reações de oxidação em cadeia (AYALA-ZAVALA *et al.*, 2011).

O ácido ascórbico e outros antioxidantes de origem vegetal mostram um grande aproveitamento na indústria de alimentos, pois conseguem garantir maior estabilidade e aumentar a vida útil dos produtos alimentícios (RUFINO *et al.*, 2010). Portanto, devido ao alto teor de ácido ascórbico e à presença de antocianinas e carotenoides, a polpa de camu-camu resulta em um grande potencial antioxidante (SANDOVAL *et al.*, 2001; RODRIGUES *et al.*, 2006; CHIRINOS *et al.*, 2010, RUFINO *et al.*, 2010).

#### 3.2.1.1 Compostos redutores

Os compostos redutores possuem origem natural ou sintética, e apresentam, de modo geral, estruturas químicas como hidroxilas e anéis aromáticos, na forma simples ou polimérica, atribuindo capacidade antioxidante

(ÂNGELO; JORGE, 2007). Os compostos redutores são metabólitos secundários sintetizados pelas plantas, essa síntese pode ser desenvolvida normalmente pela planta ou como um mecanismo de resposta a alguma condição desfavorável, como estresse por ferimentos, infecções, radiação UV, entre outras (NACZK; SHAHIDI, 2006). Além disso, são facilmente oxidáveis, por meio de enzimas vegetais específicas quanto por influência de metais, luz, calor ou até em meios alcalinos, resultando em escurecimento de soluções ou compostos isolados (SIMÕES *et al.*, 2001).

O camu-camu apresenta alta concentração de compostos redutores de 1.370 a 2.110 mg de equivalente ácido gálico (EAG) 100 g<sup>-1</sup>, podendo ser relacionado as características sensoriais de amargor e adstringência no fruto e em produtos derivados (ALVES *et al.*, 2002; MAEDA; ANDRADE, 2003). Chirinos *et al.* (2010) verificaram os teores de compostos redutores em camu-camu e observaram que houve um aumento do estágio verde de 1.120 mg EAG.100 g<sup>-1</sup> para o semi-maduro que apresentou valor de 1.420 mg EAG. 100 g<sup>-1</sup>, e diminuiu para o estágio maduro de (1.320 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>). O teor de compostos redutores no camu-camu, no estágio maduro foi superior ao encontrado na jabuticaba (640 mg 100 g<sup>-1</sup> peso fresco) a qual tem sido pesquisada também por ser uma boa fonte de compostos redutores (ALEZANDRO *et al.*, 2013).

### 3.2.1.2 Ácido ascórbico

O ácido ascórbico é uma vitamina solúvel em água e está presente em partes da planta em crescimento, sendo ausente nas sementes. Sua molécula quase sempre sofre oxidação antes de outras moléculas, impedindo e protegendo-as da oxidação, portanto, agindo como antioxidante (CAMARGO, 1984).

Aranha *et al.* (2000) relataram que algumas das principais fontes de vitamina C, são camu-camu, acerola, caju, goiaba, manga, mamão, morango, laranja, limão e tangerina, folhas vegetais cruas e tomates. Na literatura foram encontrados teores de vitamina C para polpa de camu-camu *in natura* variando de 845 a 7.355 mg 100 g<sup>-1</sup> (YUYAMA *et al.*, 2002, GENOVESE *et al.*, 2008; NEVES *et*

*al.*, 2015). Considera-se que um adulto deve ingerir entre 75 a 90 mg de vitamina C por dia, segundo as recomendações nutricionais, o consumo de 100 g da polpa *in natura* de camu-camu ( $\pm 82 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ) seria suficiente para suprir a necessidades da vitamina C (CUNHA, 2018).

A polpa de camu-camu apresenta elevada concentração de ácido ascórbico. Este fato contribui favoravelmente para própria estabilidade, uma vez que, quando presente em altas concentrações, a taxa de degradação desta vitamina é reduzida (DAMODARAN *et al.*, 2010). Além disto tem-se que a estabilidade do ácido ascórbico é maior em pH ácido (MAEDA *et al.*, 2007).

### 3.2.2 Métodos de Avaliação da Capacidade Antioxidante

O interesse por avaliar a capacidade antioxidante em alimentos, produtos naturais, fármacos e cosméticos começou a partir da década de 90. Na época o objetivo era avaliar a influência benéfica dos compostos naturais na saúde humana (TOMEI; SALVADOR, 2007).

Em alimentos a grande diversidade e complexidade destes compostos presentes envolve a investigação de como separar substâncias antioxidantes e também o estudo de cada uma separadamente. Assim, desenvolvimento de métodos rápidos na determinação da eficiência dos antioxidantes e na prevenção de doenças é cada vez mais estudada e procurada (HUANG; OU; PRIOR, 2005).

Os métodos mais utilizados para determinar a capacidade antioxidante são captura do radical - DPPH (1,1-difenil-2-picrilidrazil), que é baseado na capacidade do DPPH\* em reagir com doadores de hidrogênio, sugerido em 1995 por Williams Brans *et al.* e se encontra no artigo “Use of a free radical Method to Evaluate Antioxidant Activity”. O FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) se baseia na capacidade dos fenóis em reduzir o  $\text{Fe}^{3+}$  em  $\text{Fe}^{2+}$  (BENZIE; STRAIN, 1996). O ABTS<sup>•+</sup> (ácido 2,2-azinobis(3- eilbenzotiazolínico-6- sulfônico), que teve sua primeira versão em 1993 e foi aperfeiçoada por Re *et al.* em 1999, consiste em monitorar o decaimento do cátion-radical ABTS produzido pela oxidação do ABTS<sup>•+</sup>,

quando a amostra que contém antioxidante é adicionada. Estes métodos não competitivos são usados rotineiramente nas análises para a determinação de antioxidantes em alimentos e produtos naturais devido a sua simplicidade (TOMEI; SALVADOR, 2007).

### 3.2.2.1 Método do sequestro do radical livre - DPPH

A molécula de DPPH é caracterizada como um radical livre estável em virtude da deslocalização do elétron desemparelhado presente em toda a molécula. Esta deslocalização confere a molécula uma coloração violeta, apresentando uma banda de absorção típica em 517nm no solvente etanol (ALARCÓN; DENICOLA, 2013).

Este ensaio se caracteriza pela medida da capacidade antioxidante de uma determinada substância em sequestrar o radical DPPH, reduzindo-o à hidrazina. Assim, quando uma determinada substância que age como doador de átomo de hidrogênio é adicionada a uma solução de DPPH, a hidrazina é obtida com mudança simultânea na coloração de violeta a amarela pálido (Figura 3) (ALVES *et al.*, 2010).

**Figura 3** - Mudança de cor do radical DPPH após reagir com antioxidante.



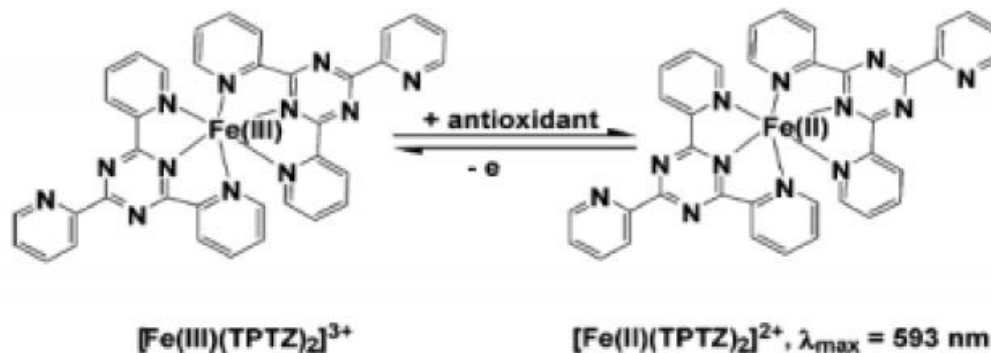
Fonte: Pereira (2010).

### 3.2.2.2 Método de redução do ferro - FRAP

A reação se baseia pela formação do complexo TPTZ (2.4.6-Tris(2-piridil)-s-triazina) com o Fe (III)  $[(Fe(III)(TPTZ)_2]^{3+}$ , de cor azul claro. Quando em

presença de um antioxidante, o ferro presente é reduzido, dando origem ao  $[(\text{Fe}(\text{II})(\text{TPTZ})_2)^{2+}]$ , que apresenta coloração azul escura (Figura 4). A reação acontece em pH 3,6 e sua absorvância máxima é de 593 nm.

**Figura 4** – Redução do Fe (III) a Fe (II) pela adição de um antioxidante.



Fonte: Huang; Ou; Prior (2005).

Os valores de pH apresentam efeito importante na redução da capacidade de antioxidante, assim, precisa obter-se um melhor controle, pois em condições ácidas, a redução da capacidade pode ser suprimida devido à protonação com compostos antioxidantes. Já em meios básicos acontece a dissociação de prótons de compostos redutores que pode aumentar a capacidade antioxidante da amostra (HUANG, OU; PRIOR, 2005).

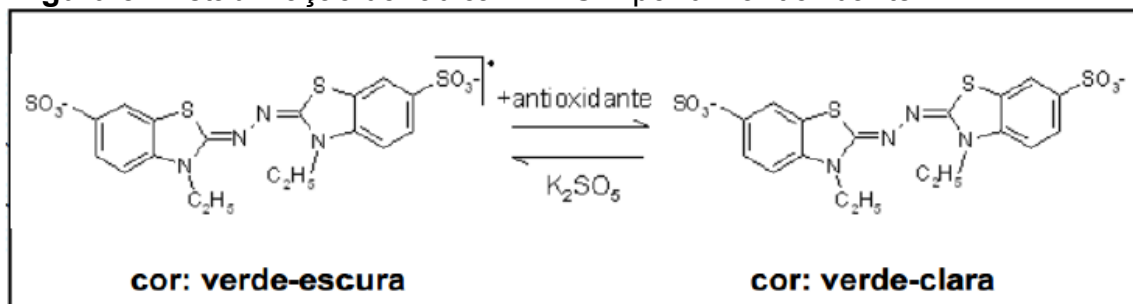
### 3.2.2.3 Método da captura do radical livre - ABTS

O método ABTS pode ser usado para medir a atividade antioxidante de compostos de natureza hidrofílica e lipofílica, pois o radical catiônico apresenta solubilidade tanto em água quanto em solventes orgânicos (KUSKOSKI *et al*, 2005). Baseia-se na capacidade de um composto antioxidante em reduzir o cátion radical [2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin) 6-ácido sulfônico] ( $\text{ABTS}^{\bullet+}$ ), proporcionando uma mudança de coloração e diminuição da absorvância.

Diferentemente do radical DPPH•, o radical catiônico  $\text{ABTS}^{\bullet+}$  não se encontra pronto para o uso, devendo ser obtido através de reações enzimáticas

ou químicas (TIVERON, 2010). A análise é realizada no comprimento de onda de absorção máxima do cátion radical. A figura 5 mostra a estabilização do radical ABTS<sup>•+</sup> por um composto antioxidante.

**Figura 5** - Estabilização do radical ABTS<sup>•+</sup> por um antioxidante.



Fonte: BORGES *et al*, 2011 adaptado de SOUSA *et al*, 2007.

#### 3.2.2.4 Determinação da capacidade redutora

Em alimentos quantificar compostos redutores não é fácil, pois os alimentos possuem uma matriz complexa, podendo apresentar diversos compostos ou interferentes tornando a extração difícil (ARCHELA; DALL'ANTONIA, 2013). Na literatura não se apresenta um método seletivo para a extração de fenólicos, geralmente, os solventes utilizados para extração são o metanol, etanol, acetona, água, acetato de etila, propanol, dimetilformaldeído e suas combinações. Há também influências que podem prejudicar a análise, sendo eles, o método de extração, a natureza do composto e a presença de interferentes como gorduras, ceras terpenos e clorofilas.

Os métodos utilizados para quantificar os compostos redutores são os espectrofotométricos, cromatográficos, eletroquímicos e biossensores (ARCHELA; DALL'ANTONIA, 2013). Dentre as diversas técnicas que utilizam princípios espectrofotométricos, a mais utilizada é o método de Folin e Ciocalteu (SOUSA *et al.*, 2007).

Folin-Ciocalteu é um método que detecta todos os grupos fenólicos presentes no extrato (ÂNGELO; JORGE, 2007). Ele se baseia em reações que envolvem a transferência de elétrons. É feita a redução do reagente Folin-Ciocalteu,

uma mistura dos ácidos fosfomolibdídico e fosfotunguístico onde os metais apresentam estado de oxidação igual a 6+ (SOUSA *et al.*, 2007). Essa redução ocorre em meio básico, simultaneamente ocorre a oxidação dos compostos redutores resultando em um produto deste processo de oxirredução, os óxidos azuis de molibdênio e tungstênio (RODRIGUES, 2009). A coloração dos produtos formados identifica a concentração das substâncias redutoras, que não necessariamente, precisam ter natureza fenólica (SOUSA *et al.*, 2007). Assim, esse método não atribui valores exatos do teor de fenólicos, já que outros compostos com capacidade redutora, presentes no extrato, podem ser considerado um interferente na análise, como por exemplo, o ácido ascórbico.

### 3.3 SORVETE

#### 3.3.1 Classificação

A Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, da Agência de Vigilância Sanitária – ANVISA, na Resolução da Diretoria Colegiada apresenta duas resoluções para gelados comestíveis, a RDC nº 267 (25 de setembro de 2003) e a RDC nº 266 (22 de setembro de 2005). A RDC nº 267 define “os gelados comestíveis como produtos alimentícios obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas, com ou sem adição de outros ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições tais que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante a armazenagem, o transporte e a entrega ao consumo” (BRASIL, 2003). Já na RDC nº 266 tem-se que, “os gelados comestíveis são os produtos congelados obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas; ou de uma mistura de água e açúcar(es). Podem ser adicionados de outro(s) ingrediente(s) desde que não descaracterize(m) o produto” (BRASIL, 2005).

### 3.3.2 Consumo e Qualidade do Sorvete

O consumo de sorvete no Brasil ainda é pequeno comparado com outros países, segundo a Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvete (ABIS), em 2017, foi registrado o consumo de mais de um bilhão de litros de sorvete. O período de maior consumo é durante o verão, isto é atribuído às questões culturais. Nos países nórdicos como, Finlândia, Dinamarca e Noruega, que mesmo à baixa temperatura ambiente, o consumo *per capita* é superior ao Brasil (ABIS, 2017). Nova Zelândia é considerado o país que mais consome sorvete, cerca de 28,3 L/ano/pessoa. Nos Estados Unidos chega-se ao patamar de 20,8 L/ano/pessoa e no Brasil, apesar das condições climáticas serem mais quente, a média por pessoa é de 5,4 L/ano/pessoa.

O Brasil está como o 10º maior produtor mundial de sorvetes e o 11º maior consumidor, sendo o Nordeste a região com maior número de vendas, além disso, é detentor de 40% do mercado de sorvetes na América Latina (ABIS, 2018). Pesquisa apresentada pela *Market Research Report* (Mintel) prevê um crescimento de mercado em cerca de 81% até 2020, pois o sorvete não é apenas uma sobremesa, é também um alimento nutritivo, energético e completo, novos sabores e formas de preparo serão os responsáveis por este aumento (ABIS, 2018).

A qualidade na elaboração do sorvete depende dos ingredientes que vão ser utilizado na formação da calda. A matéria-prima deve ser de boa procedência e ser conservada de maneira adequada, com a finalidade de garantir a qualidade do produto final (SANTOS, 2009; PEREIRA, 2014). A qualidade do sorvete está ligada diretamente a sua composição, ao valor nutritivo, as propriedades de manipulação (viscosidade, ponto de congelamento e taxa de aeração da mistura), as propriedades sensoriais (sabor, corpo, textura, cor e palatabilidade geral), as características de derretimento, embalagem e custo do produto final (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011).

Para Goff (1997) os atributos mais relevantes para o consumidor são a percepção do sabor e da textura. Souza *et al.* (2010) relatam que para um sorvete ideal o sabor deve ser típico, o frescor agradável e delicado, a textura

definida e macia, derreter levemente em forma de líquido sem separação de fases e possuir partículas regularmente distribuídas. Estes são os atributos esperados pelo consumidor e pelo fabricante.

Segundo Rechsteiner (2009) outro fator também de importância para a qualidade do sorvete é a incorporação de ar (*overrun*). Este tem influência no corpo do produto, na textura e sabor e em excesso resulta em um sorvete de textura esponjosa e com pouco sabor. Já na ausência ou insuficiência de ar incorporado produzirá um sorvete pegajoso e de aparência compacta.

A incorporação de ar proporciona um aumento no rendimento, permitindo a redução do preço do sorvete e aumentando o faturamento da indústria. A legislação vigente no Brasil exige para densidade aparente um peso mínimo de 475 g de sorvete por litro (BRASIL, 2005). Isto ressalta outro importante fator de qualidade, pois se o sorvete derreter, o ar pode escapar e, desta forma, o produto diminui de volume e assume aspecto compacto. A aparência durante o derretimento do sorvete traz consigo informações de qualidade, como exemplo, de estabilidade da proteína e aglomeração de gordura, os quais afetam a cremosidade e suavidade do sorvete.

No Brasil, o clima tropical favorece o consumo do sorvete, pois além de serem refrescantes, existem diversos ingredientes que podem ser usados para enriquecer e diferenciar ainda mais as receitas de sorvetes, seguido das frutas mais exóticas para as sementes dos mais diversos tipos (ARBUCKLE, 1986). Segundo Souza *et al.* (2010), a adição de novos ingredientes ao sorvete o torna ainda mais atrativo e aumenta seu potencial para promover a saúde. Portanto, o ponto de vista nutricional, o sorvete é considerado um alimento completo e de alto valor nutritivo, pois fornece energia, proteínas, carboidratos, lipídeos, vitaminas A, B1, B2, B6, C, D, E e K, cálcio, fósforo e outros minerais. O mercado está voltado para fabricação de sorvetes com valores nutritivos e de baixas calorias para atrair ainda mais o consumidor, com isso, estão sempre procurando novas opções de sabores, texturas, formas e até processos tecnológicos (GRANGER *et al.*, 2005). Uma dessas alternativas está na adição de polpas de frutas, que são alimentos nutritivos, com diversas vitaminas, minerais e compostos antioxidantes que ajudam a manter

o bom funcionamento do organismo, além de serem bem aceitos (SOUZA *et al.*, 2010).

### 3.3.3 Composição e Processos Tecnológicos

O sorvete pode ser definido como um preparado alimentício que após a combinação dos seus ingredientes é submetido ao congelamento, conferindo-lhe um estado sólido, semissólido ou pastoso, devendo ser assim até sua comercialização. Em termos de estrutura este produto é uma mistura heterogênea complexa, classificada como gel, espuma, suspensão e emulsão conjuntamente (ORDÓÑEZ, 2005). Santos (2009) caracteriza-o como um sistema coloidal complexo composto por uma emulsão constituída de gordura e proteínas, bolhas de ar e cristais de gelo disperso em uma fase aquosa, podendo conter outros ingredientes, tais como emulsificantes e estabilizantes.

Os ingredientes utilizados no *mix*, mistura dos ingredientes, têm extrema importância na qualidade do produto final. O principal ingrediente no sorvete é o leite, seja na forma líquida ou em pó. Seguido de outros ingredientes como sacarose e substâncias adoçantes, estabilizantes, emulsificantes e água, cada um com uma finalidade e função específica (CORREIA *et al.*, 2007).

Os sólidos não gordurosos (SNGL) ou extratos secos desengordurados (ESD) são os sólidos totais do leite, com exceção da gordura. São compostos por 55% de lactose, 36% de proteína e 9% de sais minerais (TIMM, 1989). De acordo com Goff (2013) os ESD são tradicionalmente fornecidos pelo leite, leite condensado ou leite em pó. São responsáveis por tornar o sorvete mais compacto e suave, tentando impedir que forme textura grossa (MARSHALL; ARBUCKLE, 1996). Os ESD têm papel importante na emulsificação e formação de bolhas de ar, cobrindo a superfície dos glóbulos e das bolhas, proporcionando estabilidade à espuma (SZCZESNIAK, 2000).

As proteínas contribuem para o desenvolvimento da estrutura do sorvete, conferem propriedades emulsificantes, aeração, capacidade de espuma e retenção de água. Elas também influenciam no derretimento e ajudam a encorpar a

substância (CORREIA *et al.* 2007). Conduzem a melhora na viscosidade da mistura, podendo contribuir para redução da formação de cristais de gelo (ARBUCKLE, 1977; GOFF; JORDAN, 1989).

A sacarose tem como principal função conferir sabor doce, aumentar o teor de sólidos, contribuir com a textura e regular o ponto de congelamento do sorvete (SANTOS, 2009; SILVA, 2012). Além de, atribuir consistência aos produtos congelados e influenciar na formação dos cristais de gelo por causa do abaixamento do ponto de congelamento da água (SOLER; VEIGA, 2001). A lactose interfere na textura do sorvete, atribui sabor doce, mas, como é pouco solúvel, em excesso pode cristalizar e produzir alterações indesejáveis na textura (SOUZA *et al.*, 2010).

Os sais minerais são usados como neutralizantes da acidez. Certos sais são aplicados para ajudar a controlar a separação da gordura na calda durante o processo de congelamento (SOUZA *et al.*, 2010).

A gordura é responsável pela suavidade da textura, cremosidade, atribui sabor e consistência no sorvete, além de ser capaz de diminuir a sensação de frio na boca (CORREIA *et al.*, 2007). Ela está presente na mistura como uma fina emulsão que coalesce parcialmente durante o congelamento (SU, 2012).

Na mistura de sorvetes, o estabilizante confere uniformidade e maciez ao corpo do produto (SILVA, 2012), retarda e reduz a cristalização da lactose durante o armazenamento e diminui a velocidade de derretimento (CORREIA *et al.* 2007).

O emulsificante serve de agente homogeneizador dos ingredientes da mistura. Por sua vez, apresenta capacidade de retenção do ar proporcionando o aumento do volume, melhora a capacidade espumante, a textura fica mais lisa e homogênea e confere resistência ao derretimento. Normalmente são usados no intuito de melhorar a qualidade do batimento (SILVA, 2012).

A água constitui de 60 a 75% (m/m) da formulação do sorvete, sendo o meio em que todos os ingredientes estão dissolvidos ou dispersos (TIMM, 1989). Os cristais de gelo são essenciais para a estrutura do sorvete e para a sensação de frescor, porém não devem ser muito grandes para não proporcionar

sensação de arenosidade na boca (PEREDA *et al.*, 2005). Durante o congelamento e endurecimento, a maior parte da água é convertida em gelo (SILVA, 2012).

Quando os ingredientes forem misturados nas proporções adequadas nas etapas do processo de fabricação, os sorvetes resultarão em gelados comestíveis de alta qualidade e de sabor excelente.

A elaboração do sorvete pode variar de acordo com a técnica empregada, sendo de forma geral agrupadas em três etapas fundamentais. A primeira é a mistura dos ingredientes e seu aquecimento seguido de pasteurização. A segunda é o congelamento após a homogeneização com o propósito de aerar a mistura, e por último o endurecimento, parte em que a água não congelada do sorvete se deposita sobre os cristais de gelo (SANTOS, 2009; PEREIRA, 2014).

A elaboração do sorvete inicia com a mistura dos ingredientes, previamente pesados e dosados, de acordo com a formulação. Existe uma ordem de adição para se produzir uma ótima qualidade da mistura. Deve-se iniciar com os componentes líquidos sob agitação e aquecimento, em seguida os ingredientes sólidos são adicionados. Os estabilizantes são os ingredientes mais difíceis de dissolverem (CLARKE, 2004). A etapa da mistura tem o propósito de liquefazer a gordura, dissolver a sacarose e o estabilizante. É importante ressaltar que os componentes secos sejam previamente misturados entre si, para evitar grumos (SANTOS, 2009; SILVA, 2012).

A seguir a mistura é pasteurizada, que além de reduzir a carga microbiana e/ou eliminar microrganismos patógenos, auxilia também na hidratação das proteínas e estabilizantes (ALDAZABAL *et al.*, 2006). O processo se inicia com a mistura dos ingredientes, com aumento gradativo da temperatura até 63 °C. Em seguida, têm-se a pasteurização a 70 °C ou 80 °C por um período de 20 a 40 min..

Posterior à pasteurização ocorre a etapa de homogeneização, com o objetivo reduzir os diâmetros dos glóbulos de gordura, favorecendo a formação de uma calda homogênea, cremosa e facilitando a ação dos agentes emulsificantes e estabilizantes sobre a superfície das partículas. Além de diminuir o tempo de maturação das misturas (PORTO, 1998), ajuda também a obter uma distribuição adequada dos glóbulos de gordura e das bolhas de ar (ALDAZABAL *et al.*, 2006).

A maturação consiste no resfriamento da calda a temperatura de 0 a 4 °C por 12 a 24 horas. Este processo promove mudanças benéficas na mistura, como a solidificação da gordura e hidratação das proteínas do leite e do estabilizante, além de melhorar a qualidade de aeração da mistura, atribuindo boa consistência (GOFF, 1997). Nesta etapa, o emulsificante é adsorvido na superfície das gotículas de gordura, substituindo algumas proteínas do soro e caseínas, o que enfraquece a membrana e promove a desestabilização parcial de gordura. Ocorre também a cristalização da gordura que contribui para o aumento da viscosidade e resistência ao derretimento bem como uma maior incorporação de ar no sorvete. A maturação deve durar tempo suficiente para que ocorra a cristalização da gordura e para que os emulsificantes desloquem algumas proteínas (CLARKE, 2004).

A calda maturada é conduzida ao batimento, fase que acontece simultaneamente a incorporação de ar e o congelamento. A agitação proporciona a incorporação de ar à mistura, componente responsável pela textura e propriedades físicas de derretimento e dureza do produto final (CORREIA *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 2010). Pequenos cristais de gelo são gerados pelas baixas temperaturas (- 5 a - 6 °C) e raspados da superfície interna do cilindro de forma a produzir uma mistura semissólida com cerca de 50% de água congelada (COOK; HARTEL, 2010). É durante este processo que ocorre a coalescência parcial dos glóbulos de gordura, que irão chocar-se uns com os outros. Os glóbulos de gordura migram para a interface das bolhas de ar e são recobertos pelas proteínas e cristais de gelo, ocasionando a formação de espuma (BEZERRA, 2015). Os cristais de gelo colaboram com a consistência, sensação de frescor e auxiliam na estabilização da emulsão. Já as bolhas de ar tornam o sorvete mais leve, macio e ajudam na diminuição da sensação de frio (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

O *overrun* e o tempo de derretimento são dois parâmetros de fundamental importância no estudo do sorvete. Quanto maior a incorporação de ar na massa do sorvete (*overrun*) menores serão as bolhas de ar e cristais de gelos. Isto proporciona uma menor viscosidade e um maior tempo de derretimento no sorvete (SORFJAN; HARTEL, 2004). Barhamparvar e Tehani (2011) relatam que a estrutura da bolha de ar é um dos principais fatores que influênciam no tempo de

derretimento e a manutenção da forma durante o processo de fusão. Bolhas de ar menores proporcionam maior cremosidade ao produto. Estudo realizado por Correia *et al.* (2008) mostraram que para o sorvete desenvolvido com leite de cabra apresentou menor tempo inicial de derretimento (5,12 min) e maior velocidade de derretimento ( $2,03 \text{ mL min}^{-1}$ ) enquanto que o sorvete com leite bovino apresentou maior tempo inicial (7,80 min) com menor velocidade de derretimento ( $1,69 \text{ mL min}^{-1}$ ). Isto leva a conclusão que o tipo de leite usado na formulação de sorvete deve ser levado em consideração, pois as características dos leites são diferentes (CLARCK; SHERBON, 2000; VARGAS *et al.*, 2008).

### 3.4 PLANEJAMENTO DE MISTURA

As formas comuns de utilizar o planejamento de mistura é quando precisa-se desenvolver um tipo de produto abrangendo mais de um ingrediente (THOMSON, 1981). Os ingredientes ou componentes precisam ser misturados em diferentes proporções na mistura, com níveis dependentes entre si, e com a soma de todos os componentes igual a 1 ou 100% (HARE, 1974; SILVEIRA; LEITE, 2010). As várias proporções e as características dos produtos resultantes são registradas.

As respostas dependem somente das proporções dos componentes presentes na mistura e não da quantidade absoluta na mistura (CORNELL, 1990). Portanto, experimentos com misturas são definidos como aqueles em que a característica de qualidade a ser medida depende apenas pelas proporções entre os componentes presentes da mistura. Deve-se também selecionar algumas possíveis combinações da mistura que serão ensaiadas, a fim de medir o valor da(s) variável(is) de respostas de interesse. A análise do experimento visa o ajuste de um modelo matemático que expresse o valor esperado das características de qualidade em função das proporções dos componentes da mistura (NUNES, 1998).

Uma dificuldade possível de ser encontrada em muitos experimentos para mistura é que alguns dos componentes podem estar sujeitos a limites superior e/ou inferior. Esses limites podem produzir regiões do delineamento

com formas diferenciadas sendo assim, impossível de utilizar alguns delineamentos (LOBATO; BENASSI; GROSSMANN, 2012). Quando se pretende explorar somente uma região limitada do delineamento, ou seja, trabalhar apenas com uma limitação nos componentes (restrições), o novo espaço experimental passa a ser uma sub-região do espaço original. Estas restrições podem ser superiores, inferiores ou uma combinação dos dois tipos e são comuns nos casos industriais (CORNELL, 2002).

Quando pretende-se introduzir limitações apenas inferiores nos componentes de uma determinada mistura se deve redefinir as coordenadas da sub-região formada, e a alternativa é substituir os componentes linearmente dependentes da mistura por uma adequada transformação, resultando no chamado pseudocomponentes (STEINBERG; HUNTER, 1984; CORNELL, 2002).

Quando pretende-se trabalhar com as duas restrições, inferior e superior, Mclean e Anderson (1966) propuseram através da realização dos experimentos em pontos extremos e vários centroides na região de restrição do delineamento, um outro modelo, conhecido como vértices extremos ou delineamento de Scheffé (STEINBERG; HUNTER, 1984) permitindo explorar toda a região experimental. Portanto, quando um ou mais dos componentes na mistura precisam estar presentes em uma proporção mínima ou máxima pode-se estabelecer estes limites criando a condição vértices extremos (FARAONI *et al.*, 2012).

As proporções são representadas da seguinte forma:

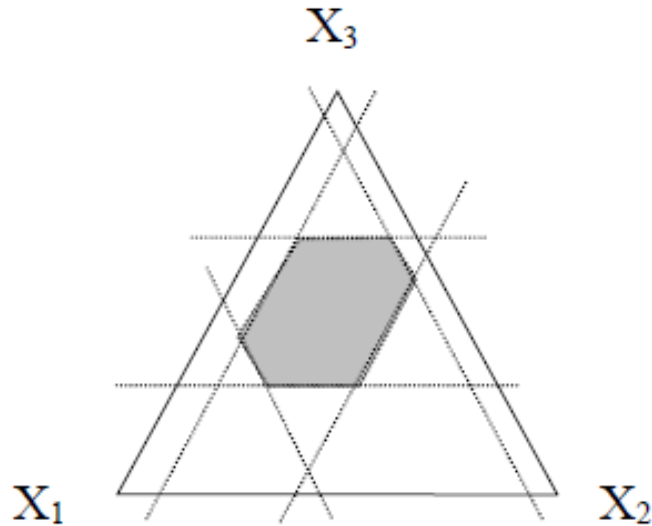
$$0 \leq L_i \leq x_i \leq U_i \leq 1 ; i = 1, \dots, q \quad (1)$$

onde  $L_i$  é o limite inferior ( $L_i > 0$ ) e  $U_i$  é o limite superior ( $U_i < 1$ ) da proporção do componente  $i$ .

A seleção dos vértices e de vários centroides do hiper-poliedro resultante da região produzida pelas restrições (Figura 5) é um modelo para determinar uma única combinação de tratamentos, ou seja, conjunto de mistura do planejamento. Os vértices extremos da região produzida pelas restrições são

formados pela combinação das restrições superiores e inferiores nas proporções dos componentes.

**Figura 6** – Exemplo da região experimental composta por 3 componentes, com limites inferiores e superiores para todos os componentes.



**Fonte:** Nunes (1998).

Contudo, segundo McLean e Anderson (1966) a utilização destes pontos como base do planejamento, juntamente com um conjunto de centroides ou pontos estão no centro das bordas, faces e assim por diante, incluindo o centroide geral da região.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

Para a caracterização da polpa de camu-camu as análises realizadas foram composição proximal, físico-química, capacidade antioxidante e microbiológica. As nove formulações distintas de sorvetes de camu-camu foram caracterizadas pela composição proximal e análise físico-química.

E as análises para obtenção das respostas do planejamento vértices extremos foram as análises tecnológicas, *ratio* e custo. A partir destas análises respostas as formulações selecionadas foram caracterizadas quanto composição proximal, análises físico-químicas e tecnológicas, capacidade antioxidante, microbiológica, aceitação sensorial e valor energético.

### 4.1 MATERIAL

A polpa utilizada para o desenvolvimento da pesquisa do sorvete de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) foi adquirida na cidade de São Pedro do Turvo do estado de São Paulo fornecida pela Empresa DOCEFRUTAS. O fruto foi colhido no Estado do Pará no grau de maturação entre o intermediário ao maduro e transportada sob refrigeração (-15 °C a -18 °C). A polpa foi mantida sob congelamento a -18 °C na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) do câmpus Londrina. Os demais ingredientes para o preparo do sorvete, tais como, leite em pó integral (Nestlé®), leite em pó desnatado (Nestlé®), açúcar refinado (União®), emulsificante (Emustab – Selecta®) e estabilizante (Liga Neutra - Selecta®) foram obtidos no comércio da cidade de Londrina – Pr.

Todos os reagentes utilizados nas análises físico-químicas e capacidade antioxidante possuíam grau de pureza analítica (P.A).

### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DA POLPA DE CAMU-CAMU

As análises para caracterização da polpa de camu-camu foram realizadas em triplicatas nos Laboratório de Análises de Alimentos da UTFPR do

câmpus Londrina e no Laboratório de Ecofisiologia e Biotecnologia Agrícola do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina (UEL).

#### 4.2.1 Análise Proximal e Caracterização Físico-Química da Polpa

As análises consistiram na determinação do teor de umidade por secagem em estufa a 105 °C, cinzas por incineração em mufla a 550 °C, proteínas pelo método de Kjeldahl, lipídios pelo método de soxhlet e carboidratos por diferença. Todas as análises foram realizadas conforme as metodologias da AOAC (2012) e seus resultados foram expressos em g 100 g<sup>-1</sup>. O pH (pH meter PG2000, Gehaka®, Brasil), acidez titulável expressa em ácido cítrico, sólidos solúveis determinado em °Brix (Refractometer - RM40, Mettler Toledo®, EUA), e a quantificação de vitamina C pelo método de Tillmans, modificado por Benassi e Antunes (1988), foram determinadas de acordo com os procedimentos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Os resultados para vitamina C foram expressos em mg 100 g<sup>-1</sup>.

#### 4.2.2 Determinação da Capacidade Antioxidante

A amostra da polpa de camu-camu foram submetidas a uma análise de varredura por espectrofotômetro (BioMate™ 3 UV-VIS, Thermo®, EUA) para verificar o pico máximo de absorção das amostras e constatar que, essas não coincidem com a faixa de comprimento de onda na qual o método é realizado.

Os métodos para a estimativa da capacidade antioxidantes *in vitro*, foram o FRAP, captura do radical livre DPPH e ABTS. A determinação dos compostos reativos foi realizada pelo método de Folin-Ciocalteu.

O preparo do extrato das amostras da polpa foi realizado segundo Rufino *et al.* (2011). Em 5,00 g da amostra adicionou-se 40 mL de solução etanol:água (70:30, v/v), seguido de homogeneização e repouso por 60 min. a temperatura ambiente. O extrato foi centrifugado a 25.406,55 g (15.000 rpm) por 15

min. O sobrenadante foi recolhido em um balão volumétrico de 100 mL e completou-se o volume com água destilada.

A determinação pelo método FRAP foi baseada nos procedimentos descritos por Benzie e Strain (1996), o qual consistiu em misturar 2400  $\mu\text{L}$  do reagente FRAP previamente preparado com 240  $\mu\text{L}$  de água destilada e 80  $\mu\text{L}$  do extrato da amostra. A solução foi homogeneizada com auxílio de um agitador de tubos, seguida de imersão em banho-maria a 37 °C por 30 min., protegida da luz. A medida espectrofotométrica foi lida em comprimento de onda de 597 nm.

Para a curva padrão foi utilizado Trolox (+/-) (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) com pureza superior a 98%, padrão utilizado para medidas em HPLC (Fluka Sigma – Aldrich cat, 56510-5G). O extrato foi substituído por solução padrão de Trolox em concentração estabelecida de 0, 100, 200, 300, 400, 500, 600  $\mu\text{mol L}^{-1}$ . O resultado final da capacidade antioxidante foi expresso em  $\mu\text{mol}$  de TEAC (*Trolox equivalent antioxidant capacity*) por 100 g de amostra.

A determinação pela captura do radical livre DPPH foi realizado de acordo com Casagrande *et al.* (2007). A solução estoque de DPPH a 1000  $\text{mM L}^{-1}$  foi preparada diluindo-se 0,0192 g de DPPH em etanol absoluto em um balão volumétrico de 50 mL. Após a dissolução procedeu-se a diluição da solução estoque de DPPH para a concentração de 250  $\mu\text{M}$ . Em tubos de ensaios foram adicionados 500  $\mu\text{L}$  de solução DPPH 250  $\mu\text{M}$  em 50  $\mu\text{L}$  da amostra diluída, mais 1000  $\mu\text{L}$  do tampão acetato 0,1 M em pH 5,5 e por último 1000  $\mu\text{L}$  de etanol puro. A absorbância foi lida no comprimento de onda 517 nm.

Para a curva padrão foi utilizado Trolox, em concentrações previamente estabelecidas de 0, 100, 200, 400, 600, 800 e 1000  $\mu\text{L}^{-1}$ . O resultado final da capacidade antioxidante foi expresso em  $\mu\text{mol}$  de TEAC por 100 g de amostra.

A determinação da captura do radical livre ABTS<sup>•+</sup> foi realizado segundo Re. *et al.* (1999) misturando-se 2 mL da solução diluída de ABTS<sup>•+</sup> com 50  $\mu\text{L}$  do extrato da amostra. A solução foi homogeneizada com o auxílio de um

agitador de tubos e mantida a temperatura ambiente a 35 °C por 5 min., protegida da luz. A leitura espectrofotométrica utilizou o comprimento de onda 734 nm.

Para a curva padrão foi utilizado Trolox, em concentrações de 0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 e 1,0 mM. O resultado final da capacidade antioxidante foi expresso em  $\mu\text{mol}$  de TEAC por 100 g de amostra.

#### 4.2.2.1 Determinação de compostos reativos ao Folin-Ciocalteu

O procedimento da determinação dos compostos reativos foram realizados de acordo com Singleton *et al.* (1999). Em tubos de ensaios foram adicionados 0,25 mL do extrato da amostra mais 1,25 mL de Folin-Ciocalteu 0,2 N (1:10) sendo agitados e incubados no escuro por 5 min. em temperatura ambiente. Foi adicionado 1 mL de solução de carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 7,5 % e deixado novamente no escuro a temperatura ambiente por 30 min.. A absorbância foi lida a 765 nm.

Para a construção da curva padrão foi utilizado o ácido gálico (3,4,5 hidroxibenzóico – Sigma G7384), nas concentrações de 0, 10, 20, 30, 40, 50  $\text{mg L}^{-1}$ . O resultado foi expresso em  $\text{mg}$  de ácido gálico equivalente (EAG) por 100 g de amostra.

### 4.3 FORMULAÇÃO DO SORVETE DE CAMU-CAMU

As formulações dos sorvetes foram obtidas utilizando o planejamento de vértices extremos envolvendo os fatores concentração de polpa de camu-camu, açúcar e extrato seco desengordurado (ESD).

As proporções foram variadas em cada ensaio de acordo, com o planejamento experimental, sempre perfazendo um total de 100%, enquanto os demais componentes da fórmula permaneceram constantes. Vale ressaltar que para as formulações foram padronizados os teores de gorduras dos sorvetes para 3%. Esta foi ajustada pela mistura do leite em pó integral e do desnatado.

As análises foram realizadas no laboratório de Tecnologia de Laticíneos da UTFPR do campus Londrina.

#### 4.3.1 Planejamento de Mistura para Formulação dos Sorvetes

As faixas de variação entre o limite inferior e o superior de cada componente foram estabelecidas de acordo com estudos encontrados na literatura sobre a elaboração de sorvete de leite com adição de polpa de fruta e por testes preliminares. Nos trabalhos encontrados o teor de açúcar está entre 13 e 20%, o extrato seco entre 6 e 14% e o teor de gordura reduzido na proporção inversa (ARBUCKLE, 1977, MARSHALL; GOFF; HARTEL, 2003). Deste modo, os sorvetes foram formulados variando as concentrações de três componentes, com suas limitações de mínimo e máximo respectivamente. Para o fator polpa de camu-camu foram adotados os limites de 40% a 60%, para açúcar os limites foram de 24% a 28% e para o ESD contou com 24% a 32%.

Os limites obtidos no delineamento proporcionaram valores da polpa de camu-camu de 20 a 26% (m/m), açúcar de 12 a 14% (m/m) e extrato seco desengordurado de 12 a 16% (m/m). Resultando em nove diferentes formulações (tratamentos) com repetição no ponto central. As proporções de cada fator estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1** – Planejamento de mistura com restrição e repetição do ponto central (PC) para as formulações de sorvete de camu-camu variando as concentrações de polpa de camu-camu, açúcar e teor de extrato seco desengordurado (ESD).

Formulação	Polpa (x <sub>1</sub> )	Açúcar (x <sub>2</sub> )	ESD (x <sub>3</sub> )	Polpa (m/m)	Açúcar (m/m)	ESD (m/m)
S1	0,40	0,28	0,32	20	14	16
S2	0,52	0,24	0,24	26	12	12
S3	0,48	0,28	0,24	24	14	12
S4	0,44	0,24	0,32	22	12	16
S5	0,48	0,24	0,28	24	12	14
S6	0,44	0,28	0,28	22	14	14
S7	0,50	0,26	0,24	25	13	12
S8	0,42	0,26	0,32	21	13	16
S9 (PC)	0,46	0,26	0,28	23	13	14
S10 (PC)	0,46	0,26	0,28	23	13	14

Os coeficientes do modelo resultante foram avaliados quanto ao teste F para a análise de variância por meio da ANOVA ( $p < 0,05$ ), consideraram-se os coeficientes de determinação ajustado ( $R^2_{adj}$ ) juntamente com o p-valor.

O planejamento de vértices extremos permitiu testar dois modelos, um modelo linear (Equação 1) e um modelo quadrático (Equação 2) conforme as equações:

$$\hat{y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 \quad (1)$$

$$\hat{y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 \quad (2)$$

com a restrição  $x_1 + x_2 + x_3 = 1$

As formulações de sorvete de camu-camu foram avaliadas pelo *overrun*, densidade aparente, tempo de derretimento, *ratio* e custo (R\$/L de sorvete). A partir do resultado do planejamento em conjunto com as análises tecnológicas e *ratio* foram selecionadas três formulações de sorvete.

### 4.3.2 Produção dos Sorvetes de Camu-camu

As produções dos sorvetes de camu-camu seguiram o método proposto por Clarke (2004). Inicialmente foram pesados todos os ingredientes secos, líquidos e pastosos de acordo com as formulações (Tabela 2). Em seguida, os ingredientes líquidos foram misturados e aquecidos até 60 °C e acrescentados dos ingredientes secos. A calda previamente aquecida foi misturada com o auxílio de um liquidificador doméstico (Steel II 227, Faet®, Brasil) por um período de 5 min..

**Tabela 2** – Proporção dos ingredientes utilizados nas formulações do sorvete de camu-camu através do planejamento vértices extremos variando as frações de polpa, açúcar refinado e extrato seco desengordurado (ESD).

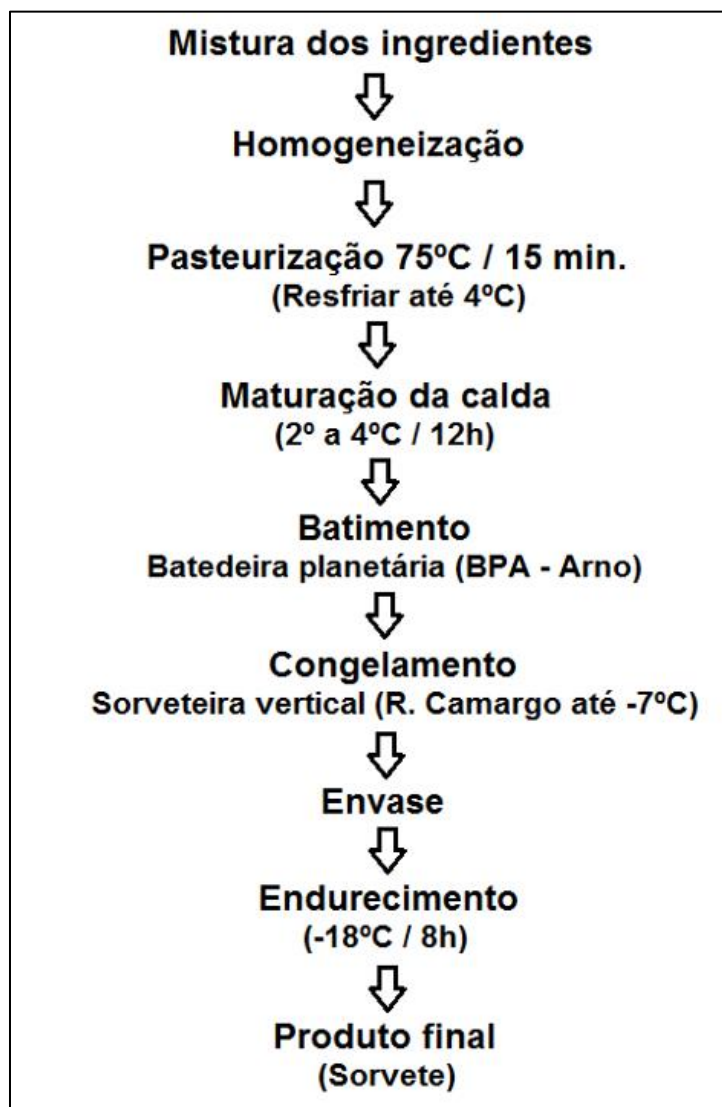
<b>Ingredientes</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>	<b>S9</b>
<b>Polpa de camu-camu (%)</b>	20	26	24	22	24	22	25	21	23
<b>Açúcar refinado (%)</b>	14	12	14	12	12	14	13	13	13
<b>LPI* (%)</b>	16	12	12	16	14	14	12	16	14
<b>LPD** (%)</b>									
<b>Emulsificante (%)</b>	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
<b>Estabilizante (%)</b>	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
<b>Água (%)</b>	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6
<b>Total</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100

\*leite em pó integral; \*\*leite em pó desnatado.

A calda homogeneizada foi pasteurizada em recipiente de aço inox a 75 °C por 15 min. Em seguida, a mistura foi resfriada em banho de gelo até atingir 4 °C. Esta calda foi maturada por um período de 12 horas em temperatura de 4 °C. Após a maturação adicionou-se a polpa de camu-camu à calda e homogeneizou-a em uma batedeira planetária (BPA, ARNO®, Brasil) por 10 min. Manteve-se o recipiente em banho de gelo para garantir a temperatura da calda em 10 °C. Finalmente a calda foi congelada na sorveteira vertical (R. Camargo®, Produtora de massas, São Carlos - SP) sob agitação até atingir a temperatura de - 7 °C.

O sorvete foi retirado da sorveteira e imediatamente armazenado em potes de polipropileno com tampa, capacidade de 1500 mL. Os potes foram previamente imersos em solução clorada de 100 ppm e este foi acondicionado em *freezer* horizontal (Metalfrio®, DA420, Brasil) e mantido em congelamento até a temperatura de -18 °C. Segue abaixo (Figura 6) o fluxograma para obtenção dos sorvetes.

**Figura 7** – Fluxograma do processo de fabricação do sorvete de camu-camu.



**Fonte:** Autora.

#### 4.4 CARACTERIZAÇÃO DOS SORVETES DE CAMU-CAMU

As análises para caracterização dos sorvetes de camu-camu foram realizadas em triplicatas nos Laboratório de Análises de Alimentos da UTFPR do câmpus Londrina e no Laboratório de Ecofisiologia e Biotecnologia Agrícola da UEL.

##### 4.4.1 Análise Proximal e Caracterização Físico-Químicas dos Sorvetes

As análises proximais e os parâmetros físico-químicas seguiram as metodologias analíticas da AOAC (2012). O teor de sólidos totais foi determinado pela secagem em estufa a 105 °C e o teor de umidade foi calculado por sua diferença. O teor de cinzas foi pelo método de incineração em mufla a 550 °C e proteína pelo método de Kjeldahl. Para a fração lipídica utilizou-se o equipamento Soxhlet da empresa *Foss* que tem como princípio básico a extração dos lipídeos com o solvente hexano e a determinação de carboidratos foi por diferença.

O pH (pH meter PG2000, Gehaka®, Brasil), acidez titulável expressa em ácido láctico, sólidos solúveis determinado em °Brix (Refractometer - RM40, Mettler Toledo®, EUA), e a quantificação de vitamina C pelo método de Tillmans, modificado por Benassi e Antunes (1988), foram determinadas de acordo com as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Os resultados para vitamina C foram expressos em mg 100 g<sup>-1</sup>.

##### 4.4.2 Análise Tecnológica dos Sorvetes de Camu-camu

A determinação de *overrun* foi descrita conforme Goff e Hartel (2004). O procedimento consistiu na pesagem da calda dos sorvetes antes ( $m_{mistura}$ ) e após ( $m_{sorvete}$ ) o congelamento em uma proveta de vidro de 100 mL. A razão entre a diferença da massa da calda antes e após o congelamento em relação ao peso do sorvete determina o *overrun* (Equação 3).

$$\% \text{ overrun} = \frac{M_{mistura} - M_{sorvete}}{M_{sorvete}} \times 100 \quad (3)$$

A densidade aparente foi determinada pela relação do peso de 100 mL de sorvete e expressa em  $\text{g mL}^{-1}$ . Esta foi comparada à Resolução RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005, em que os sorvetes precisam apresentar densidade aparente mínima de  $475 \text{ g L}^{-1}$ .

A análise de derretimento foi determinada segundo Granger *et al.* (2005). Consistiu na pesagem de 100 g de cada amostra de sorvete em potes cilíndrico de 100 mL e armazenados em *freezer*. As amostras foram suportadas em uma tela plástica higienizadas com abertura de 2,0 mm. Estas ficaram apoiadas em um funil com suporte sobre frascos *erlenmeyers* de 250 mL para coleta do sorvete derretido e a avaliação da quantidade foi obtida no transcorrer do tempo. Os frascos foram levados à estufa incubadora microprocessada (BOD) (QUIMIS®, Q315M, Brasil) em temperatura de  $20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ .

A pesagem da massa derretida foi feita em balança analítica e registrada a cada 5 min. até o derretimento total do sorvete. A partir dos dados obtidos foram construídos gráficos da massa de sorvete derretida em função do tempo, mas os dados utilizados para tratamento estatístico foram expressados em tempo total de derretimento.

#### 4.4.3 Determinação da Capacidade Antioxidante dos Sorvetes

As determinações da capacidade antioxidante e a determinação de compostos reativos ao Folin-Ciocalteu foram realizadas em triplicatas.

O preparo do extrato das amostras do sorvete foi realizado segundo Rufino *et al.* (2011). E as metodologias analíticas utilizadas estão descritas nos itens 4.2.2 e 4.2.2.1.

#### 4.4.4 Cálculo do Valor Energético dos Sorvetes

O valor energético calculado utilizou-se dos fatores de conversão de  $4 \text{ kcal g}^{-1}$  para carboidratos e proteínas e  $9 \text{ kcal g}^{-1}$  para lipídeos (MARSHALL; ARBUCKLE, 1996). Os resultados foram expressos em  $\text{Kcal } 60 \text{ g}^{-1}$ .

#### 4.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DOS SORVETES

Foram realizadas análises microbiológicas da polpa de camu-camu e das três formulações selecionadas, conforme o recomendado pela Resolução Normativa – RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001) para ser comprovada a inocuidade do produto para consumo, conforme a Tabela 3. As análises foram realizadas em triplicatas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos da UTFPR do câmpus Londrina.

**Tabela 3** – Análises microbiológicas e quantidades máximas permitidas para polpas de frutas e gelados comestíveis.

Análises	Máximo permitido	
	Polpa	Sorvete
Coliformes a 45 °C	10 <sup>2</sup> (NMP mL <sup>-1</sup> )	5.10 (NMP mL <sup>-1</sup> )
Estafilococos coag.+	-	5.10 <sup>2</sup> UFC g mL <sup>-1</sup>
<i>Salmonellas</i>	Ausência em 25 g	Ausência em 25 g

**Fonte:** Brasil (2001).

Também foi realizada a contagem de bolores e leveduras para a polpa de camu-camu segundo Instrução Normativa Nº 01 de 07 de janeiro de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Esta instrução estabelece limite máximo de 2 x 10<sup>3</sup> UFC g<sup>-1</sup> em polpas tratadas termicamente (BRASIL, 2000).

#### 4.6 ANÁLISE SENSORIAL DOS SORVETES

A análise sensorial envolveu avaliar as três formulações de sorvetes, seguindo um delineamento experimental de blocos completos balanceados e aleatorizados. As amostras foram codificadas em número de três dígitos aleatórios e a apresentação do sorvete foi de 30 a 35 g, em copo

transparente descartáveis, a temperatura de -10 °C. O teste foi realizado em uma sessão de forma monádica e sequencial no laboratório de Análise Sensorial da UTFPR do câmpus Londrina, em cabines individuais iluminados com luz branca. O teste de aceitação foi realizado com base na metodologia de Villanueva, Petenate e Silva (2005). Utilizou-se fichas contendo escala hedônica híbrida de 10 (dez) pontos, onde o avaliador avalia os atribuídos, aparência, aroma, cor, sabor, textura e impressão global (Anexo B). A ficha estruturada foi composta por extremos ancorados pelos termos “desgostei extremamente” (1) e “gostei extremamente” (10). Além disso, o avaliador foi convidado a responder a um questionário com o intuito de avaliar seu perfil e responder questões sobre a frequência de consumo de sorvetes. Participaram do teste sensorial 70 avaliadores, estudantes, professores e servidores. Também foi calculado o índice de aceitabilidade (I.A) das amostras utilizando a seguinte expressão (DUTCOSKY, 1996):

$$IA (\%) = \frac{A \times 100}{B} \quad (4)$$

Onde A corresponde a nota média obtida para o produto e B corresponde a nota máxima dada ao produto.

O projeto foi aprovado e tem número CAAE 90720018.8.0000.5547 (Anexo A). Inicialmente os avaliadores foram convidados a participar da análise sensorial e receberam esclarecimentos acerca do projeto apresentando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (Anexo C).

#### 4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O programa Software Statistica® 10.0 foi utilizado para a estimativa dos modelos do planejamento de vértices extremos para as análises tecnológicas, *ratio* e custo.

Os resultados das análises proximais, físico-químicas, capacidade antioxidante, determinação dos compostos reativos, concentração de ácido

ascórbico e sensorial foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) pelo programa Software *Statistica*® 10.0 (STATSOFT, 2016).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DA POLPA DE CAMU-CAMU

A Tabela 4 apresenta os resultados da composição proximal e análises físico-químicas da polpa de camu-camu. O teor de umidade encontrado foi de 92,46%. Moraes-de-Souza (2011) determinou teor umidade (92,80%) para polpa de camu-camu similar ao desse trabalho. A literatura apresenta valores na faixa de 89,8 a 93,35% para o parâmetro umidade no fruto de camu-camu (SILVA *et al.*, 2005; MAEDA *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2006; RODRIGUES; MARX, 2006; GENOVESE *et al.*, 2008; RUFINO *et al.*, 2010).

**Tabela 4** – Teor (%) dos atributos bioquímicos da polpa de camu-camu.

<b>Característica da polpa de camu-camu</b>	<b>Média ± Desvio Padrão</b>
Umidade (U)	92,46 ± 0,02
Lipídeos (L)	0,06 ± 0,02
Proteínas (P)	0,26 ± 0,02
Cinzas (C <sub>i</sub> )	0,21 ± 0,01
Carboidratos* (C)	7,02 ± 0,04
Acidez titulável (% de ácido cítrico)	2,06 ± 0,17
Sólidos solúveis	6,33 ± 0,06
Ácido ascórbico	0,406 ± 0,004

\*Obtido pela expressão  $C = (100 - U - L - P - C_i)$ .

A combinação de diferentes frutos com o camu-camu pode ser interessante do ponto de vista nutricional, pois pode-se aumentar o teor de nutrientes e minerais na mistura final e está ainda teria a vantagem de apresentar componentes antioxidante associado a vitamina C do camu-camu (RODRIGUES *et al.*, 2003).

O resultado de lipídios encontrado neste trabalho para a polpa foi de 0,06%, similar aos encontrados na literatura, por exemplo, Maeda *et al.* (2006) cujo valor foi de 0,05% para a polpa. De acordo com Moraes-de-Souza (2011)

trabalhos de caracterização da polpa de camu-camu não quantificam o conteúdo de lipídios por serem considerado baixo. O teor de lipídios na faixa de 0,05 a 0,06% é um importante quesito da polpa para aplicação em produtos de baixo valor calórico como neste estudo.

O conteúdo total de minerais expresso como cinzas na polpa foi de 0,21%. Este resultado é semelhante ao encontrado por Villachica (1996), 0,20% e inferior ao reportado por Moraes-de-Souza (2011), 0,3%. Ao quantificar os minerais Infante (2008) encontrou alguns de interesse nutricional na polpa de camu-camu tais como, potássio ( $117 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ), cálcio ( $12,8 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ) e sódio ( $12,2 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ). O potássio, mineral de maior concentração no fruto (YUYAMA *et al.*, 2002), tem sua importância devido ao fato de ser responsável pela absorção de vitamina C no intestino (STEVENSON, 1974).

A polpa apresentou uma diferença de quantidade de carboidratos (7,02%) quanto comparado com outros trabalhos. Moraes-de-Souza (2011) encontrou na polpa 6,6%, Villachica (1996) 4,7% e Justi *et al.* (2000) 3,5% de carboidratos. Isto pode ser explicado pelo fato de não se ter tido controle do estado de maturação na coleta do fruto, na genética do material e no local de cultivo. Durante a maturação do fruto é coerente esperar que o teor de açúcares tende a aumentar (ANDRADE, 1991). Outros estudos são necessários para relacionar o teor de açúcares com a fase de maturação.

O teor proteico para a polpa de camu-camu foi de 0,26%, compatível ao encontrado por Moraes-de-Souza (2011) de 0,3% e por Maeda (2006) de 0,29%. Valores considerado menores quando comparado com frutas rica em proteína, por exemplo, polpas de maracujá que apresentam teor proteico de 0,8  $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  e polpas de acerola e de graviola com valores em torno de 0,6  $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  (TACO, 2011).

Os valores encontrados para o pH (2,98), acidez titulável (2,06%) e sólidos solúveis (6,33%) na polpa de camu-camu foram similares aos encontrados na literatura. Cornejo *et al.* (2010) determinaram o pH de 3,28 e a acidez total titulável de 2,87  $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  em polpas comerciais de camu-camu adquirida em

Castanhal (PA). Fujita (2015) mediu valores na ordem de pH de 2,62 e 2,31 g 100 g<sup>-1</sup> de acidez total titulável para o mesmo tipo de polpas, da região de Manaus (AM).

O elevado valor de acidez do camu-camu mesmo após o amadurecimento do fruto leva a considerar esta fruta como ácida quando comparada com outras, como a acerola (1,40%) e cupuaçu (1,90%) (BUENO *et al.*, 2002), damasco (1,18%) (FORNI *et al.*, 1997) e abacaxi (0,97%) (BARTOLOMÉ *et al.*, 1996). Ainda, o elevado teor de acidez resulta que o consumo da polpa seja limitado, sendo destinado para processamento na indústria de doces, sucos, geleias e afins.

Vale ressaltar que o *ratio*, ou índice de palatabilidade para o camu-camu é de 1,54 (MAEDA; ANDRADE, 2003) a 2,81 (SILVA *et al.*, 2005). Considerado baixo e justificado por apresentar baixo grau de doçura e elevada acidez no fruto (ALVES *et al.*, 2002; MAEDA; ANDRADE, 2003). Lima *et al.* (2015) afirmaram que o *ratio* indica o grau de doçura de um fruto ou de seu produto, evidenciando qual o sabor predominante, o doce ou o ácido, ou ainda se há equilíbrio entre eles. Essa relação é importante do ponto de vista sensorial (MUSSER *et al.*, 2004).

Características dos frutos como teores de sólidos solúveis, ácidos orgânicos e carboidratos dependem de diversos fatores tais como: do estágio de maturação, da localização geográfica, do sistema de cultivo, do suprimento de nutrientes para a planta, da temperatura, da posição do fruto na planta e da variedade (SITES; REITZ, 1949; BIALE, 1960; SISTRUNK, 1985; CARROL, 1985; SISTRUNK; MORRIS, 1985). O teor de sólidos solúveis no fruto, camu-camu, é representado de forma destacada por ácidos orgânicos, mais de 40% da sua composição. Ao contrário dos açúcares, que se apresentam em baixas concentração (ALVES *et al.*, 2002).

Um das vantagens dos frutos de pH ácido, como o camu-camu, é sobre o processo térmico. Há uma redução do tempo e do tipo de tratamento térmico. Valor baixo de pH é importante, pois limita o crescimento de bactérias patogênicas (FORSYTHE, 2013).

O valor encontrado para o teor de ácido ascórbico na polpa de camu-camu foi de 406,53 mg 100 g<sup>-1</sup>, inferior quando comparado com a literatura, que variou de 0,934 a 6,112 g AA 100 g<sup>-1</sup> de polpa (CALZADA BENZA, 1980; ANDRADE *et al.*, 1991; YUYAMA *et al.*, 2002). Os processos envolvidos na obtenção da polpa do estudo podem ter influenciado no teor resultante de vitamina C. Apesar do baixo valor de pH que preserva o ácido ascórbico, este componente pode ter sido degradado pela ação do calor durante a pasteurização. É sabido que fatores como oxigênio, luz, conteúdo de umidade e a não inativação enzimática contribuem para a degradação da vitamina C (PRADO *et al.*, 1995; YAMASHITA *et al.*, 1999; ZANONI *et al.*, 1999; CARVALHO; LIMA, 2002). Não se teve o controle de todas as etapas na obtenção da polpa para a execução deste trabalho, uma vez que a mesma foi recebida de uma indústria do setor. Pode-se inferir que os processos tecnológicos usados não foram eficientes para a preservação da vitamina C. A molécula de vitamina C considerada antioxidante sofre oxidação antes de outras moléculas, impedindo e protegendo-as da oxidação.

Ainda, não se pode afirmar que a polpa continha casca. Ressalta-se que a casca do fruto é o local em que se encontram as maiores proporções de vitamina C. Maeda *et al.* (2006) relataram que o teor de ácido ascórbico no epicarpo (casca) foi 88% superior comparado ao mesocarpo (polpa).

## 5.2 DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA DE CAMU-CAMU

Os resultados da capacidade antioxidante da polpa de camu-camu encontrados nesse estudo estão descritos abaixo (Tabela 2).

**Tabela 5** – Capacidade antioxidante da polpa de camu-camu.

<b>Parâmetros</b>	<b>Média ± Desvio Padrão</b>
DPPH (µmol TEAC 100 g <sup>-1</sup> )	37,98 ± 8,41
ABTS (µmol TEAC 100 g <sup>-1</sup> )	8.185,0 ± 1157,8
FRAP (µmol TEAC 100 g <sup>-1</sup> )	412,70 ± 35,56
Compostos redutores (mg EAG 100 g <sup>-1</sup> )	1.673,44 ± 151,47

A determinação de DPPH usada para quantificar a capacidade antioxidante neste trabalho apresentou resultados da ordem de 150 vezes menor do que Prado (2018) cujo valor foi de 5.730  $\mu\text{mol TEAC } 100 \text{ g}^{-1}$  para polpa de camu-camu. Isto reforça a suspeita de que as condições foram adversas desde o período de colheita, despulpamento e remessa do material da indústria até o laboratório, para execução do trabalho, impactando diretamente nos compostos bioativos característicos do camu-camu. Moure *et al.* (2001) afirmaram que uma das principais causas da diminuição da capacidade antioxidante é a ação da temperatura e da luz. Assim, a polpa de camu-camu deste estudo pode ter sofrido perda da capacidade antioxidante devido ao tempo de armazenamento e exposição à luz durante o transporte.

Pelo método ABTS foi encontrado 8.185,0  $\mu\text{mol TEAC } 100 \text{ g}^{-1}$  para a polpa de camu-camu, enquanto que Prado (2018) encontrou 16.736,00  $\mu\text{mol TEAC } 100 \text{ g}^{-1}$  e Rufino *et al.* (2010) 15.300,00  $\mu\text{mol TEAC } 100 \text{ g}^{-1}$  para a polpa. Podemos observar que a polpa deste estudo apresentou valores inferiores aos comparados com os autores acima citados. Entretanto ao compará-la com polpa de juçara (7.830,00  $\mu\text{mol TEAC } 100 \text{ g}^{-1}$ ), considerada rica em antioxidante, a polpa de camu-camu apresentou resultado similar.

O método de FRAP apresentou um valor de 412,70  $\mu\text{mol TEAC } 100 \text{ g}^{-1}$  para a polpa de camu-camu. Valores de capacidade antioxidante foram inferiores quando quantificados pelo mesmo método, para polpa de gabioba (96,8  $\mu\text{mol TEAC } 100 \text{ g}^{-1}$ ) (GUIZILINI, 2010), de goiaba pera (63,1  $\mu\text{mol TEAC } 100 \text{ g}^{-1}$ ), goiaba vermelha (77,0  $\mu\text{mol TEAC } 100 \text{ g}^{-1}$ ) e goiaba branca (66,2  $\mu\text{mol TEAC } 100 \text{ g}^{-1}$ ) (ROJAS-BARQUERA; NAVÁEZ-CUENCA, 2009). A relevância de comparar estes dados é que estas polpas são da mesma família que o camu-camu.

Com os valores demonstrados referentes a capacidade antioxidante da polpa de camu-camu, pode-se considerá-lo fonte de antioxidantes, valorizando-o como ingrediente para uso em alimentos com fins nutricionais, pois diversos estudos relatam uma relação inversa entre o consumo de frutas, legumes e cereais e a incidência de doença cardíaca coronária e câncer (GOMES, 2007).

A capacidade antioxidante da polpa de camu-camu quanto aos compostos reativos ao Folin-Ciocalteu foi de 1.673,44 mg equivalente de ácido gálico (EAG) 100 g<sup>-1</sup>. De acordo com Prado (2018) este valor atingiu o patamar de 2.606,27 mg EAG 100 g<sup>-1</sup>. Este resultado leva supor que diferentes condições, por exemplo, condições ambientais e grau de maturidade dos frutos, fatores genéticos, processamento e o armazenamento podem afetar as concentrações de compostos redutores (SÁNCHEZ-MORENO, 2002).

Frutas da família das *Myrtaceas* apresentam compostos reativos ao Folin-Ciocalteu, por exemplo, de 1.280 mg EAG 100 g<sup>-1</sup> para a polpa de gabioba (GUIZILINI, 2010), 83,0 mg EAG 100 g<sup>-1</sup> para a polpa de goiaba (KUSKOSKI *et al.*, 2006) e 246 mg EAG 100 g<sup>-1</sup> para a polpa de Cambuci (GENOVESE *et al.*, 2008), valores estes inferiores ao apresentado para a polpa de camu-camu. A *Myrtaceae* é uma família que possui grande importância ecológica devido as suas características apícolas e tem ampla ocorrência de espécies comestíveis. Suas frutas são largamente utilizadas na medicina tradicional (PLAZA *et al.*, 2007). Fatores extrínsecos como, condições climáticas, época de plantio, colheita e grau de maturação dos frutos explicam as variações dos teores de flavonoides em frutas, estes podem alterar em até 100% entre uma safra e outra (ARAÚJO, 2017).

As frutas em geral apresentam em sua composição vários componentes com capacidade antioxidante, entre eles, o ácido ascórbico, carotenoides e polifenóis. A quantidade e o perfil destes fotoquímicos variam em função do tipo, variedade e grau de maturação da fruta, assim como, as condições climáticas e edáficas do cultivo (LEONG; SHUI, 2002). Os resultados obtidos para a capacidade antioxidante evidenciam a importância e o potencial de utilizar a polpa de camu-camu no setor alimentício.

### 5.3 CARACTERIZAÇÃO DOS SORVETES DE CAMU-CAMU

A Tabela 6 apresenta os resultados da composição proximal das formulações de sorvetes de camu-camu.

**Tabela 6** – Análise proximal das formulações de sorvetes de camu-camu com diferentes proporções de polpa, açúcar e extrato seco desengordurado.

Amostras	Umidade	EST*	Cinzas	Lipídios	Proteínas	Carboidratos**
S1	58,05 <sup>c</sup> ±0,19	42,64 <sup>a</sup> ±0,61	1,70 <sup>a</sup> ±0,01	3,00 <sup>a</sup> ±0,33	6,11 <sup>a</sup> ±0,14	31,14 <sup>a</sup> ±0,37
S2	65,10 <sup>a</sup> ±0,27	33,57 <sup>c</sup> ±0,88	1,57 <sup>b</sup> ±0,01	3,03 <sup>a</sup> ±0,09	4,63 <sup>b</sup> ±0,13	25,67 <sup>c</sup> ±0,30
S3	62,87 <sup>ab</sup> ±0,83	37,13 <sup>b</sup> ±0,83	1,62 <sup>ab</sup> ±0,10	3,03 <sup>a</sup> ±0,11	4,53 <sup>b</sup> ±0,23	27,94 <sup>b</sup> ±0,73
S4	61,21 <sup>b</sup> ±0,31	38,79 <sup>b</sup> ±0,31	1,64 <sup>ab</sup> ±0,02	3,03 <sup>a</sup> ±0,07	5,61 <sup>a</sup> ±0,07	28,52 <sup>b</sup> ±0,19
S5	62,45 <sup>b</sup> ±0,54	37,25 <sup>b</sup> ±0,17	1,62 <sup>ab</sup> ±0,07	3,01 <sup>a</sup> ±0,06	5,68 <sup>a</sup> ±0,29	27,25 <sup>bc</sup> ±0,61
S6	61,08 <sup>b</sup> ±0,92	38,98 <sup>b</sup> ±0,84	1,65 <sup>ab</sup> ±0,06	3,03 <sup>a</sup> ±0,15	5,98 <sup>a</sup> ±0,14	28,26 <sup>b</sup> ±1,11
S7	63,45 <sup>ab</sup> ±0,17	36,55 <sup>b</sup> ±0,17	1,60 <sup>ab</sup> ±0,01	3,02 <sup>a</sup> ±0,15	4,83 <sup>b</sup> ±0,21	27,25 <sup>bc</sup> ±0,49
S8	59,01 <sup>c</sup> ±0,22	42,08 <sup>a</sup> ±1,88	1,68 <sup>ab</sup> ±0,01	3,02 <sup>a</sup> ±0,24	6,15 <sup>a</sup> ±0,52	31,23 <sup>a</sup> ±1,38
S9	61,76 <sup>b</sup> ±0,60	38,24 <sup>b</sup> ±0,60	1,66 <sup>ab</sup> ±0,01	3,03 <sup>a</sup> ±0,17	5,56 <sup>a</sup> ±0,07	27,99 <sup>b</sup> ±0,36

Média± Desvio padrão, em base seca; os valores com letras iguais, na mesma coluna, não diferiram estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância; \*extrato seco total; \*\*determinado por diferença total.

Ao observar os teores de umidades dos sorvetes entre 58,05 a 65,10%, pode-se constatar que estão no mesmo patamar daqueles apresentados por Mosquim (1999) que considera o intervalo variando de 55 a 65% para sorvete de fruta base leite.

As formulações S2, S3 e S7 receberam as maiores proporções de polpa de camu-camu (26%, 24% e 25%, respectivamente) e resultaram nas maiores médias de umidade. Vieira, Aguiar e Sá (2017) desenvolveram sorvetes com polpa de acerola e observaram que ao incrementar 10% da polpa nas formulações estas aumentavam no teor de umidade. Já as formulações que apresentaram menores médias foram as S1 e S8, contendo menores proporções de polpa, de 20 e 21%, respectivamente. Portanto, a adição da polpa de camu-camu contribuiu para haver um aumento no teor de umidade. A relação da retenção da água nos sorvetes é importante, pois, quanto menor a quantidade de água livre, menor será a quantidade e o tamanho dos cristais de gelo formados no congelamento (BORSZCZ, 2002). Isto evita defeitos de estabilidade no produto durante a estocagem, como por exemplo, textura áspera promovido pela formação de cristais de gelo relativamente grandes que são facilmente detectados pela língua (SOLER; VEIGA, 2001).

O extrato seco está relacionado com a proporção da umidade, pois quanto maior a umidade, menor a concentração de sólidos. Os sólidos são desejados, pois atuam melhorando a textura e a cremosidade do produto elaborado

(SOLER; VEIGA, 2001). O excesso de sólidos (acima de 40 a 42%) também não é recomendado, uma vez que, o produto final pode apresentar-se denso e gomoso.

A formulação S1 (20% polpa, 14% açúcar e 16% ESD%) apresentou o maior valor médio para EST e menor valor médio para umidade, conseqüentemente, com um teor de cinzas aumentado. O contrário pode ser observado para S2 (26% polpa, 12% açúcar e 12% ESD) resultando-se em menor média no teor de cinzas. Com isso, podemos afirmar que teor de cinzas está diretamente relacionado com o teor de sólidos. De acordo com Rigo *et al.* (2018), que desenvolveram sorvetes com adição de polpa de açaí e proteína de soro de leite, a formulação com menor teor de polpa de açaí (19%) e maior teor de proteína do soro do leite (39,50%) apresentou maiores teor de cinzas (0,98%) ao comparar com as demais formulações. Com base nas mesmas referências ao comparar o teor de cinzas das polpas de camu-camu (0,21%) com a de açaí (0,20%) e as proporções usadas de polpas de camu-camu (20 a 26%) e de açaí (19 a 31,40%), pode-se observar que apresentaram características similares de resíduos minerais nos sorvetes.

O teor de cinzas indica a quantidade de minerais do alimento, com isso, pode-se considerar que os ingredientes que também contribuem para a fontes de minerais nas formulações de sorvete são derivados lácteo. Os teores de cinzas encontrados no leite apresentam 0,8% de sólidos totais (leite em pó integral 6% e no desnatado 8% de sais minerais) (ANTUNES, 2003). Os minerais considerados nos sorvetes à base de leite são cálcio e fósforo, sendo o cálcio o que apresenta em maior quantidade (SILVA *et al.*, 2012).

Para os lipídios nenhuma formulação apresentou diferença significativa entre si ( $p \geq 0,05$ ), uma vez que, houve a padronização de gordura nos sorvetes formulados resultando em valor médio de 3%. Estas formulações estão condizentes com a recomendação de Mosquim (1999), na qual menciona que sorvetes de leite devem apresentar limites mínimos de 2 g 100g<sup>-1</sup> de gordura e máximos de 7 g 100g<sup>-1</sup>.

Para a determinação de proteínas as formulações que apresentaram maiores teores foram S1, S4, S5, S6, S8 e S9 e não apresentaram

diferença significativas entre si ( $p \geq 0,05$ ). Estes teores de proteína podem ser em decorrência da adição de proporções de leites em pó entre 14% e 16%. No entanto, as formulações que apresentaram menores médias foram as S2, S3 e S7. Este fato pode ser consequência da adição da polpa de camu-camu em maiores proporções. A polpa apresenta baixos teores de proteínas expressos em porcentagem (0,26%), e assim, contribui para a diluição das proteínas. Além disso, estas formulações receberam menores proporções (12%) de leites em pó (integral e desnatado) o que reduz consideravelmente o teor de proteína total. Mosquim (1999) considera o teor de proteína no leite em pó integral de 27% e no desnatado 36%. As formulações dos sorvetes S1 e S8 atingiram teores mínimos  $6\text{g } 100\text{ g}^{-1}$  de proteína e de acordo com a RDC nº 54 de 12 de novembro de 2012, que trata das informações nutricionais complementares, estas podem ser consideradas como fonte de proteínas.

Já o Regulamento Técnico da ANVISA referente a gelados comestíveis adota como teor mínimo de proteínas de 2,5% e de gordura 3,0% para sorvetes de massa (BRASIL, 2005),

As formulações S1 (31,14%) e S8 (31,23%) não apresentaram diferença significativa para carboidratos ( $p \geq 0,05$ ), e foram as que apresentaram os maiores valores para este parâmetro. Este resultado foi decorrente do efeito significativo do aumento de sólidos lácteos e açúcar (13 e 14%). As formulações S2, S5 e S7 apresentaram menores valores médio deste componente e foram as que continham maiores proporções de polpa de camu-camu e menores proporções de leites em pó. A principal fonte de carboidrato em sorvetes à base de leite é a lactose (açúcar do leite) distribuídos em leite em pó integral contendo 38% e desnatado 52% de lactose. Além de considerar a sacarose o açúcar mais comum na fabricação de sorvetes de creme ou leite (MARSHALL; ARBUCKLE, 1996; SILVA, 2012).

Rigo *et al.* (2018) desenvolveram sorvetes com adição de polpa de açaí e proteína de soro de leite e observaram que a formulação com maior proporção de polpa sem adição da proteína de soro de leite apresentou 43,10% de carboidratos (18,90% de sacarose e 7,80% de leite em pó). Enquanto que a

formulação com menor proporção de polpa com adição de proteína de soro de leite apresentou valor de 29,17% de carboidratos (11,45% de sacarose e 4,75% de leite em pó). A formulação que apresentou maior teor de leite em pó e açúcar resultou em maior média para carboidratos, reforçando que o uso destes ingredientes contribuiu no aumento dos teores deste componente.

A Tabela 7 reporta os resultados das análises físico-química e o teor de ácido ascórbico das formulações dos sorvetes desenvolvidos neste estudo.

**Tabela 7** – Análise físico-química e teor de ácido ascórbico das formulações de sorvetes de camu-camu com diferentes proporções de polpa, açúcar e extrato seco desengordurado.

Amostras	pH	Acidez titulável	Sólidos solúveis	Teor de ácido ascórbico
S1	6,08 <sup>a</sup> ±0,01	0,76 <sup>abc</sup> ±0,00	40,60 <sup>a</sup> ±0,15	114,27 <sup>c</sup> ±1,66
S2	5,80 <sup>f</sup> ±0,01	0,80 <sup>ab</sup> ±0,02	35,17 <sup>f</sup> ±0,29	133,19 <sup>a</sup> ±2,59
S3	5,85 <sup>de</sup> ±0,01	0,69 <sup>c</sup> ±0,02	36,58 <sup>e</sup> ±0,27	122,12 <sup>b</sup> ±2,29
S4	5,91 <sup>c</sup> ±0,01	0,71 <sup>bc</sup> ±0,05	38,64 <sup>bc</sup> ±0,11	115,38 <sup>c</sup> ±2,79
S5	5,89 <sup>cd</sup> ±0,02	0,77 <sup>abc</sup> ±0,01	37,65 <sup>d</sup> ±0,18	121,79 <sup>b</sup> ±1,43
S6	6,00 <sup>b</sup> ±0,01	0,78 <sup>ab</sup> ±0,01	38,83 <sup>bc</sup> ±0,29	115,88 <sup>c</sup> ±1,71
S7	5,82 <sup>ef</sup> ±0,01	0,83 <sup>a</sup> ±0,05	35,22 <sup>f</sup> ±0,61	132,91 <sup>a</sup> ±1,80
S8	6,10 <sup>a</sup> ±0,02	0,72 <sup>bc</sup> ±0,05	40,87 <sup>a</sup> ±0,43	115,37 <sup>c</sup> ±2,25
S9	5,90 <sup>c</sup> ±0,01	0,78 <sup>ab</sup> ±0,03	38,31 <sup>cd</sup> ±0,19	119,01 <sup>bc</sup> ±1,46

Média± Desvio padrão, em base seca; os valores com letras iguais, na mesma coluna, não diferiram estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância. Determinado sólidos solúveis em °Brix; acidez titulável em g ácido láctico 100 g<sup>-1</sup> e teor de ácido ascórbico mg ácido ascórbico (AA) 100 g<sup>-1</sup>.

As formulações S1 e S8 apresentaram maiores médias do pH (6,08 e 6,10, respectivamente) diferenciando-se das demais formulações. Estas formulações receberam menores concentrações de polpa e maiores de leites em pó. Nas formulações que receberam maiores proporções de polpa e menores de leite em pó (S2 e S7) observou-se uma queda no pH. Isto pode ser explicado pelo incremento do teor de polpa nestas formulações, sabendo-se que o pH da polpa de camu-camu é de 2,98 e como consequência, ocasionou uma leve acidificação na massa do sorvete, uma vez que, estes receberam menor proporção de leite em pó. O pH do leite geralmente encontra-se em 6,6 (FOPPA *et al.*, 2009) e este apresenta

considerável efeito tampão, especialmente na faixa de pH entre 5 e 6 (SILVA, 1997). Neste caso, a adição da polpa não foi suficiente para estabilizar o pH do sorvete.

Aragão *et al.* (2018) desenvolveram sorvetes com adição de polpa de maracujá e biomassa da banana verde. A formulação padrão com adição de 40% de polpa de maracujá apresentou pH de 4,02 no sorvete, considerado baixo devido ao efeito que a polpa (pH 2,51) exerceu. A adição do leite em pó desnatado na formulação (3,75%) possivelmente contribuiu no aumento no pH. O valor do pH do sorvete pesquisado pelo autor foi menor comparado aos deste trabalho, possivelmente pela adição da polpa de maracujá em maior proporção de 40% na formulação, sendo que, a faixa trabalhada para a polpa de camu-camu no presente estudo foi menor (20 a 26%).

A acidez titulável dos sorvetes mostraram que as formulações que apresentaram as maiores médias foram a S2 e S7 (0,80 e 0,83 g de ácido láctico 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente). Enquanto que as formulações S1, S4 e S8 apresentaram as menores médias (0,76, 0,71 e 0,72 g de ácido láctico 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente), esta redução pode ser explicada pelo fato destas formulações receberem menores proporções de polpa e maiores quantidades de leites em pó (16%).

O pH e acidez total titulável dos sorvetes são parâmetros influenciados pela fruta adicionada na formulação (SILVA, 1997). Segundo Lorenzetti (2006) a determinação da acidez está ligada a quantificação dos prótons hidrogênio livres (íons) e acessíveis (ionizáveis/dissociáveis), enquanto que a determinação do pH leva em conta apenas a quantificação dos prótons hidrogênio livres (íons). Para a acidez titulável e o pH, não há valores estipulados na legislação, apenas pode-se dizer que esses dois parâmetros são influenciados pelos componentes da formulação dos sorvetes, tais como, polpa de fruta, leite e seus derivados, amidos, entre outros. (CORREIA, 2008).

Os teores de sólidos solúveis das formulações S1 (20% de polpa, 14% de açúcar e 16% de ESD) e S8 (21% de polpa, 13% de açúcar e 16% de ESD) apresentaram maiores médias e não apresentaram diferença significativa em nível de 5% (40,60 e 40,87 °Brix, respectivamente). Estas formulações apesar de receberem menores concentrações de polpa, foram compensadas pela adição de

açúcar e leite em pó o que contribuiu para o aumento nos teores de sólidos solúveis. Por outro lado, as formulações S2 e S7 apresentaram as menores médias (35,17 e 35,22 °Brix) comparadas com os demais tratamentos e não apresentaram diferença estatística entre si ( $p \geq 0,05$ ). Estes resultados permitiram inferir que as formulações que receberam maiores proporções de polpa e menores de leite em pó e açúcar contribuíram com a diluição dos sólidos solúveis. O açúcar é um importante ingrediente na formulação de sorvetes, pois além de contribuir no sabor, e conseqüentemente, na aceitação, também aumentam o teor de sólidos contribuindo com o aumento da viscosidade da calda (ALMEIDA *et al.*, 2016).

Os valores para o teor de ácido ascórbico estão coerentes com a quantidade de polpa de camu-camu adicionada. As formulações S2 e S7 que receberam as maiores quantidades de polpa (406 mg AA 100 g<sup>-1</sup>) obtiveram as maiores médias de 133 e 132 mg AA 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente e, não apresentaram diferença estatística ( $p \geq 0,05$ ). Este componente colaborou com a redução do pH do sorvete comparado com as outras formulações e influenciou na estabilidade da vitamina C. Por outro lado, as formulações S1 e S8 que receberam menores proporções de polpa, conseqüentemente, apresentaram maiores valores para o pH.

#### 5.4 ANÁLISES DO PLANEJAMENTO E ESCOLHA DAS FORMULAÇÕES DE SORVETE

Na tabela 8 os dados de *overrun*, densidade aparente, tempo de derretimento e o *ratio*, foram submetidos a análise do planejamento de mistura de vértice extremo com suas respectivas médias.

Todos as formulações seguiram as exigências necessárias para o único parâmetro preconizado para sorvetes, a densidade aparente. Segundo a Resolução RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005) os sorvetes precisam apresentar densidade aparente mínima de 475 g L<sup>-1</sup>, o que representa um *overrun* máximo de 110 %. Mosquim (1999) menciona que sorvetes de leite apresentam entre 50 e 80% de *overrun*. Contudo, observa-se que algumas formulações apresentaram valor abaixo para *overrun* (Tabela 8), este fato segundo Su (2012) tem relação com a redução no teor de gordura nos sorvetes que também

podem diminuir a agregação das bolhas de ar e influenciar seu rendimento, uma vez que, foi padronizado 3% de gordura. Um elevado conteúdo de gordura pode permitir um maior *overrun*, pois assim, mais gotículas de gordura estarão disponíveis para reter as bolhas de ar do sorvete (ABD EL-RAHMAN *et al.*, 1997).

**Tabela 8** – Valores médios de *overrun*, densidade, derretibilidade e *ratio* das formulações de sorvete de camu-camu elaborados a partir do efeito da mistura de polpa de camu-camu ( $x_1$ ), açúcar e ( $x_2$ ) e ESD ( $x_3$ ) de acordo com o planejamento experimental vértices extremos.

Formulações	Polpa ( $x_1$ )	Açúcar ( $x_2$ )	ESD* ( $x_3$ )	<i>Overrun</i> (%)	Densidade (g/mL)	Derretibilidade	<i>Ratio</i>
S1	0,40	0,28	0,32	45,73 ± 8,39	0,729 ± 0,04	47 ± 5,77	53,60
S2	0,52	0,24	0,24	52,93 ± 4,14	0,707 ± 0,01	63 ± 2,89	44,09
S3	0,48	0,28	0,24	47,79 ± 6,47	0,715 ± 0,00	53 ± 2,89	53,15
S4	0,44	0,24	0,32	53,11 ± 3,56	0,728 ± 0,01	47 ± 2,89	54,43
S5	0,48	0,24	0,28	40,04 ± 6,75	0,786 ± 0,05	53 ± 2,89	49,00
S6	0,44	0,28	0,28	44,20 ± 3,03	0,755 ± 0,02	45 ± 0,00	49,63
S7	0,50	0,26	0,24	50,87 ± 1,75	0,726 ± 0,01	48 ± 2,89	42,64
S8	0,42	0,26	0,32	40,27 ± 6,99	0,767 ± 0,03	42 ± 2,89	56,39
S9	0,46	0,26	0,28	39,02 ± 1,59	0,768 ± 0,01	43 ± 2,89	48,91
S10	0,46	0,26	0,28	39,23 ± 1,53	0,788 ± 0,02	43 ± 2,89	50,18

\*extrato seco desengordurado.

A incorporação de ar nos sorvetes depende da composição da mistura, além de sólidos e da técnica de congelamento (MOSQUIM, 1999), este também sofre efeito do teor de gordura, pois em excesso prejudica o *overrun* (GOFF; HARTEL, 2013). A estabilidade da emulsão depende das interações de gordura, proteína do leite e do tamanho da bolha de ar incorporado durante o processo de batimento e congelamento simultâneo da calda para obtenção do sorvete. É nessa etapa que ocorre a incorporação de ar e o produto é convertido em uma espuma. Além disso, a viscosidade da emulsão é importante, pois ela assegura a estabilidade das bolhas. Portanto, o balanceamento do açúcar (sacarose) e da pectina da polpa de camu-camu (0,2%), em meio ácido, podem contribuir no aumento da viscosidade e estabilizar a retenção das bolhas de ar nos sorvetes (MOSQUIM, 1999). Na tecnologia de produção de sorvete permite adicionar uma ampla faixa de sacarose, os quais podem ser entre 12 e 20%, entretanto, as proporções desejáveis em gelados encontram-se entre 14 e 16%. O açúcar é solúvel em água e este irá diminuir o ponto de congelamento do *mix* do

sorvete, contribuindo para incorporação de ar a medida que a temperatura vai reduzindo no processo de congelamento, porém o excesso de açúcar pode afetar o *overrun* (SOLER e VEIGA, 2001).

Sousa (2013) desenvolveu sorvete de leite com polpa de gabioba. Ao realizar as análises de *overrun* e sólidos totais observou que a formulação contendo 3% de gordura láctea e 10% de ESD apresentou maior valor de *overrun* (34,2%) e maior quantidade sólidos totais (32,15%), comparado com a formulação contendo apenas 1,5% de gordura láctea com adição de 1,5% de WPC e 10% ESD (23,5% e 27,25%, respectivamente). Deste modo, este estudo permite observar que o balanceamento das proporções de gordura e ESD contribuem com a incorporação de ar e atribuir estabilidade a emulsão. Além disso, o incremento do teor de sólidos totais contribuiu na incorporação de ar devido ao aumento da viscosidade da calda.

O mesmo caso acontece com Aragão *et al.* (2018) que ao desenvolver um sorvete com 40% de polpa de maracujá, 5% de gordura vegetal e 12% de EDS, determinou o *overrun* de 60,3%. Além da relação gordura e ESD comentada acima, possivelmente o que pode ter contribuído também é a concentração de pectina que a polpa de maracujá apresenta (0,5%) contribuindo para o aumentando da viscosidade e proporcionando estabilidade a emulsão. Como neste trabalho as formulações que apresentaram 12% ESD correlacionadas com altas proporções de polpa de camu-camu e açúcar dentro dos padrões estabelecidos pela literatura apresentaram melhores resultados para *overrun*, provavelmente não chegaram a valores iguais ao de Aragão *et al.* (2018), pois neste trabalho houve padronização dos sorvetes para obterem 3% de gordura láctea no produto final.

Um dos processos para obtenção do sorvete com o objetivo de melhorar a textura e o corpo, tornando-os mais suaves e resistentes à fusão, é a maturação. É nesta etapa que ocorre a cristalização da gordura, hidratação das proteínas e dos estabilizantes contribuem com a estabilidade da emulsão e da espuma, responsáveis pela textura aerada dos sorvetes. Este processo ocorre na etapa da bateção e congelamento da massa, o qual depende do balanceamento dos ingredientes e do tamanho das bolhas de ar.

O método usado neste trabalho para o processo de batimento, onde homogeneíza-se a calda junto com a polpa, foi o convencional, ou seja, o uso da bateadeira. Este fato pode ter prejudicado a incorporação de ar nos sorvetes, pois segundo Cenzano e Madrid (1995) este processo depende dos fatores temperatura, velocidade, pressão e teor de gordura. Nas indústrias de sorvetes na etapa de batimento e congelamento injetam ar à massa visando incorporá-las de forma uniforme (SOFJAN; HARTEL, 2004). Oliveira (2005) recomenda para produção de sorvetes a produtora horizontal (contínua), pois esta proporciona incorporação de ar em maiores proporções do que a produtora vertical (batelada), que resultam em maior dificuldade de incorporação de ar, sendo está última utilizada neste trabalho.

Segundo Marshall e Arbuckle (2000), a densidade da mistura do sorvete varia de acordo com o aumento do volume e sua composição. No entanto, no presente estudo nem todos os tratamentos tiveram os valores da densidade proporcionalmente inverso ao *overrun* após o congelamento. Possivelmente devido à instabilidade das bolhas incorporadas na massa do sorvete, o que aumentou proporcionalmente a densidade durante a estocagem.

O tempo de derretimento ou derretibilidade é representada pela relação da quantidade total que o sorvete leva para derreter. Esta análise depende de fatores como o tamanho e distribuição dos cristais de gelo e bolhas de ar, além da desestabilização da gordura (coalescência parcial e aglomeração na interface das bolhas de ar). Bahramparvar e Tehani (2011) ressaltam que a quantidade e o tamanho das bolhas de ar são um dos principais fatores que influenciam no tempo de derretibilidade e está relacionada com a presença de estabilizantes, os quais colaboram com o retardo este tempo. Neste estudo padronizou-se o teor de gordura para 3%, na formulação de sorvete, baixos teores de gordura tendem a proporcionar derretimentos mais rápido. O teor de gordura é inversamente proporcional à velocidade de derretimento (MENDOZA; GARCIA; SELGAS, 2001). As proporções e interações dos componentes como gordura, proteínas, estabilizantes e cristais de gelo formam uma rede em volta das bolhas de ar e tendem a elevar a resistência do produto ao derretimento (MUSE; HARTEL, 2004). Podemos observar também

que a acidez está relacionada com a derretibilidade, pois sorvetes ácidos demandam maiores tempo de congelamento dificultando a derretibilidade.

As formulações que receberam maiores quantidades de polpa obtiveram maiores valores para acidez titulável, mesmo que comparados com as outras formulações, estes valores não foram discrepantes. Os sorvetes S2 e S7 (0,80 e 0,83 g de ácido láctico 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente) apresentaram maiores valores de acidez titulável, conseqüentemente, menores valor para o *ratio*.

Os parâmetros *overrun* e densidade não geraram modelos significativos através do tratamento estatístico adotado neste estudo, pois não permitiram observar os efeitos de cada ingrediente sobre a resposta destes parâmetros. Deste modo, para determinar as formulações ótimas para sorvetes de camu-camu foram avaliados os modelos das variáveis tempo total de derretimento, *ratio* e custo (Tabela 9), o qual o primeiro foi ajustado um modelo quadrático e os demais foram ajustados no modelo linear.

**Tabela 9** - Equações do modelo para tempo de derretibilidade, *ratio* e custo do sorvete de camu-camu.

Parâmetros	Equação	p-valor	R <sup>2</sup> (%)	R <sup>2</sup> <sub>aj.</sub> (%)
Tempo de derretimento	$Y = 61,90(\pm 2,11)x_1 + 202,20(\pm 39,28)x_2 + 39,50(\pm 3,45)x_3 - 260,40(\pm 56,75)x_1x_2 - 215,40(\pm 60,85)x_2x_3$	0,0055	92,24	86,03
<i>Ratio</i>	$Y = 44,63(\pm 1,94)x_1 + 53,49(\pm 6,21)x_2 + 56,90(\pm 2,85)x_3$	0,0251	65,08	55,11
Custo*	$Y = 11,64(\pm 0,00)x_1 + 10,44(\pm 0,00)x_2 + 12,68(\pm 0,00)x_3$	0,0001	99,99	99,99

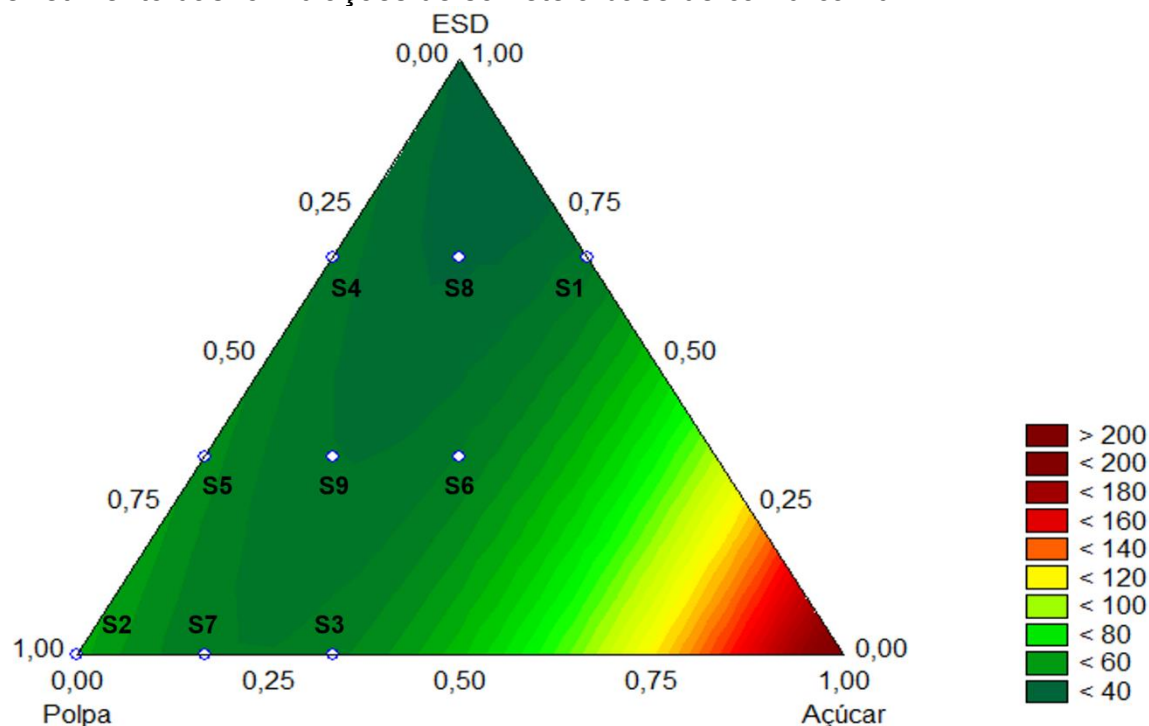
x<sub>1</sub> polpa de camu-camu; x<sub>2</sub> açúcar; x<sub>3</sub> extrato seco desengordurado; \*calculado em reais por litro (R\$/L de sorvete). Os valores entre parênteses indicam o erro padrão para cada coeficiente (β).

Todos os modelos gerados para as variáveis em estudo foram significativos (p≤0,05), com R<sup>2</sup> ajustado superior a 55%, e não foi determinado a falta de ajuste em todos os modelos.

Analisando o modelo (Tabela 9 e Figura 8) para o tempo total de derretibilidade, o açúcar demonstrou maior efeito positivo no aumento do tempo de derretibilidade, seguido da polpa de camu-camu e leite em pó. Por outro lado, as

interações binárias tiveram efeitos antagônicos entre polpa e açúcar, bem como açúcar e leite em pó, os quais apresentaram forte efeito na redução do tempo de derretibilidade total do sorvete. O açúcar influencia no abaixamento do ponto de congelamento da água, portanto, ocorre menor formação de cristais de gelo, aumentando a resistência à fusão, ou seja, aumentando o tempo de derretibilidade (EISNER *et al.*, 2005). No entanto, as interações polpa e açúcar ( $x_1x_2$ ) contribuem para redução do tempo de derretimento (Tabela 6), ou seja, diminui a estabilidade da massa do sorvete, bem como a interação açúcar e ESD ( $x_2x_3$ ).

**Figura 8** – Curvas de nível do delineamento vértices extremos para tempo total de derretimento das formulações de sorvete à base de camu-camu.



**Fonte:** Autora.

A atuação mais importante que o ESD apresenta nos sorvetes é na emulsificação e na formação de bolhas de ar, cobrindo a superfície dos glóbulos e das bolhas, proporcionando estabilidade à espuma (SZCZESNIAK, 2000). Portanto, o EDS contribui pouco para haver um aumento no tempo total de derretimento. Já o açúcar que tem papel de aumentar o teor de sólidos contribuindo com o aumento

da viscosidade, atribui maior resistência ao tempo de derretimento total do sorvete (ALMEIDA *et al.*, 2016).

O comportamento das formulações de sorvetes de camu-camu durante o derretimento também foi analisado por meio do acompanhamento do gráfico do tempo versus o volume de sorvete drenado (Apêndice B), que permitiu calcular o tempo total de derretimento. Foi observado que as formulações de sorvete iniciaram o processo de fusão próximo aos 10 min., que é o recomendado. Segundo Soler e Veiga (2001) um derretimento ideal começa a ocorrer entre 10 e 15 min., devendo formar um líquido homogêneo, com boa fluidez, com aparência do *mix* anterior ao congelamento e com pouca espuma.

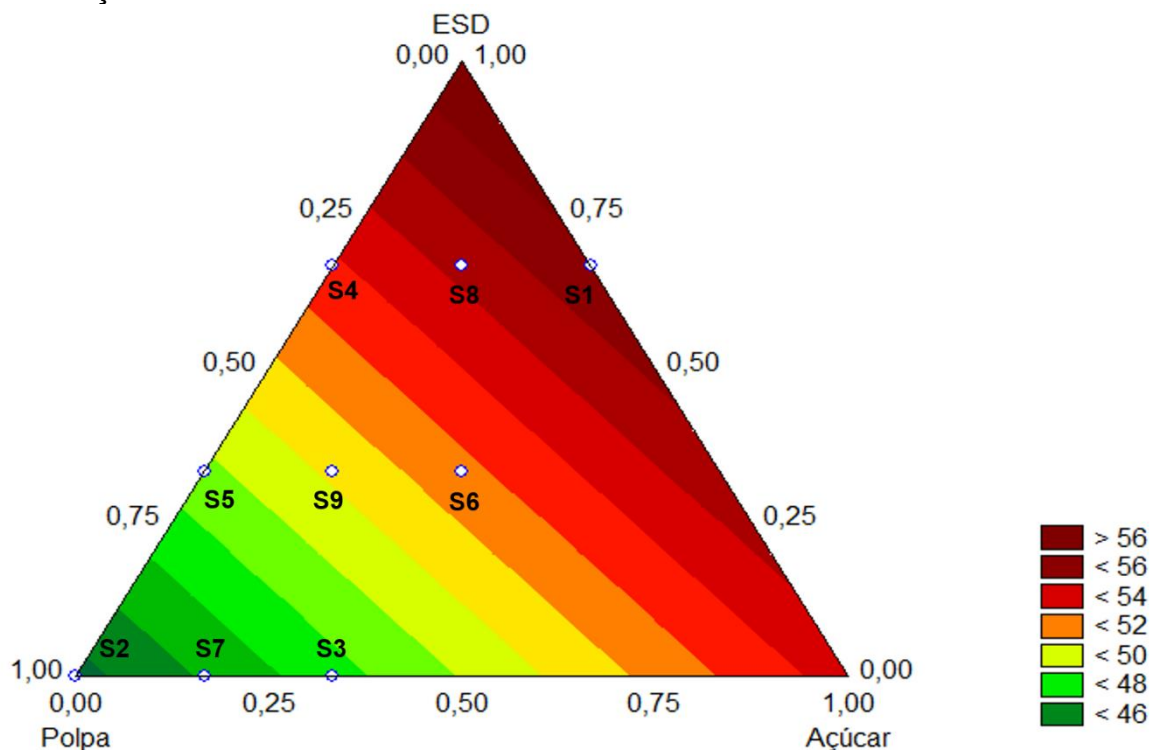
Conforme Milliatti (2013) o uso dos estabilizantes em sorvetes, contribuem para que o produto final adquira maior resistência ao derretimento e boa firmeza, pois apresenta grande afinidade com a água, assegurando que soluções bastante diluídas permaneçam viscosas (SANTOS, 2009). As formulações que receberam maiores proporções de polpas de camu-camu tiveram maiores tempos de derretibilidade o que significa que a quantidade de estabilizante utilizado na formulação foi suficiente para estabilizar o sorvete.

Durante o derretimento dois eventos principais acontecem: o derretimento dos cristais de gelo e o colapso da estrutura espumosa lipídica estabilizada (GOFF, 2005). O fenômeno do derretimento é governado por vários fatores, entre eles o *overrun* (SOFJAN; HARTEL, 2004), as interações lipídicas e a cristalização da gordura (GRANGER *et al.*, 2005), tipo e concentração de emulsificante (BOLLIGER *et al.*, 2000), além do diâmetro dos glóbulos de gordura (KOXHOLT *et al.*, 2001; OLSON *et al.*, 2003).

Segundo Correia *et al.* (2008), sorvetes com altos níveis de sólidos totais e um baixo *overrun* podem estar associados a um derretimento mais lento. Fato que condiz com o estudo de Ramos (2016), no qual observou para o sorvete com lactose (24,3% de *overrun* e 34,5% de sólidos totais) houve maior tempo de derretimento quando comparado com o sorvete sem lactose (26,3% de *overrun*), que apresentou menor quantidade de sólidos totais (30,8%).

O modelo determinado para a variável *ratio* foi linear, significativo e com  $R^2$  ajustado de 55,11% (Tabela 9). Os ingredientes que apresentaram maior efeito foram o leite em pó seguido do açúcar. A polpa apresentou menor efeito entre os ingredientes na formulação (Tabela 9 e Figura 9)

**Figura 9** – Curvas de nível do delineamento vértices extremos para *ratio* das formulações de sorvete à base de camu-camu.



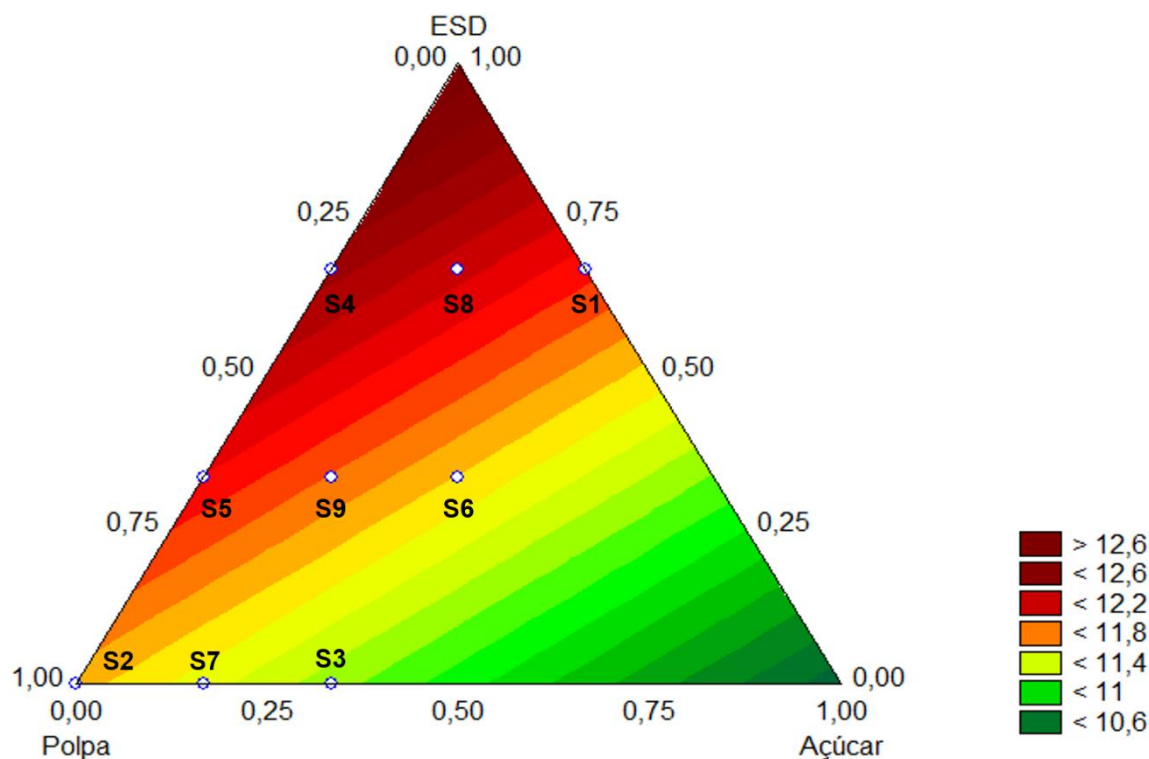
**Fonte:** Autora.

Dentro das limitações trabalhadas para os sorvetes de camu-camu, de polpa (0,40 – 0,60), açúcar (0,24 – 0,28) e EDS (0,24 – 0,32), as variações obtidas foram 35,17 a 40,87 para sólidos solúveis e 0,60 a 0,83 g de ácido láctico  $100\text{ g}^{-1}$  para acidez titulável, perfazendo a relação (*ratio*) de 44,11 e 56,56. Devido à maior redução na AT e ao aumento de SS, isto contribuiu com o aumento na relação SS/AT. Segundo Freitas (2016) quanto menor o valor do *ratio* maior é a concentração de AT e, portanto, é característico de sabor ácido, desejável para processamento de alguns produtos (licores). Por outro lado, quanto maior o índice

*ratio* maior será o teor de açúcar da polpa, desejável para outros tipos de processamento (sucos, sorvetes, doces, entre outros).

O modelo determinado para custo foi linear, com alta significância e elevado ajuste, 99,99% (Tabela 9). Como o custo foi baseado no valor comercial a nível de consumidor, a contribuição de cada componente foi homogênea no modelo. Porém o ESD contribui mais ao custo, seguido da polpa de camu-camu e por último o açúcar (Tabela 9 e Figura 10).

**Figura 10** - Curvas de nível do delineamento vértices extremos para custo (reais) das formulações de sorvete à base de camu-camu.



**Fonte:** Autora.

Dentro das limitações trabalhadas para os sorvetes de camu-camu, de polpa (0,40 – 0,60), açúcar (0,24 – 0,28) e EDS (0,24 – 0,32), as variações de custo obtidas variaram entre R\$ 11,24 a R\$ 12,34 para cada litro de sorvete de camu-camu.

Considerando obter sorvetes com maior tempo de derretibilidade, (considerando que todas as formulações apresentaram boa estabilidade), máximo

de *ratio* e menor custo o teste de desejabilidade (Apêndice A) determinou as seguintes formulações, S11 (26% de polpa de camu-camu, 12% de açúcar e 12% de ESD), S12 (20% de polpa de camu-camu, 14% de açúcar e 16% ESD) e S13 (24% de polpa de camu-camu, 14% de açúcar e 12% de ESD).

As diferenças entre os valores analisados e calculados podem ser relacionadas aos erros experimentais e ao coeficiente de determinação das equações. O estudo prosseguiu com avaliação de aceitação sensorial e caracterização destas formulações dos sorvetes com a finalidade de verificar a formulação que apresenta maior valor nutricional e boa aceitação sensorial com custo acessível.

### 5.5 CARACTERIZAÇÃO DOS SORVETES SELECIONADOS

O teor de umidade das amostras S11 (26% de polpa, 12% de açúcar e 12% de ESD) e S13 (24% de polpa de camu-camu, 14% de açúcar e 12% ESD) não diferiram significativamente ( $p \geq 0,05$ ) entre si (Tabela 10) apresentando maiores médias. No entanto, a amostra S12 (20% de polpa, 14% de açúcar e 16% ESD) diferiu das demais ao nível de 5%. Isto se aplica pelo fato da polpa apresentar alto teor de umidade (92,46%), portanto, quanto maior a concentração da adição da polpa, maior o teor de umidade nos sorvetes.

**Tabela 10** – Caracterização proximal e físico-químicas dos sorvetes de camu-camu.

Amostra	Umidade	EST*	Cinzas	Lipídios	Proteínas	Carboidratos**
S11	64,98 <sup>a</sup> ±1,09	33,97 <sup>c</sup> ±0,39	1,57 <sup>a</sup> ±0,02	3,03 <sup>a</sup> ±0,05	4,55 <sup>b</sup> ±0,11	25,86 <sup>b</sup> ±1,00
S12	57,96 <sup>b</sup> ±0,81	41,49 <sup>a</sup> ±1,18	1,71 <sup>a</sup> ±0,07	3,00 <sup>a</sup> ±0,25	6,02 <sup>a</sup> ±0,07	31,31 <sup>a</sup> ±0,92
S13	62,60 <sup>a</sup> ±1,23	36,27 <sup>b</sup> ±0,33	1,63 <sup>a</sup> ±0,07	3,03 <sup>a</sup> ±0,14	4,57 <sup>b</sup> ±0,10	28,18 <sup>b</sup> ±1,36

Média± Desvio padrão, em base seca; os valores com letras iguais, na mesma coluna, não diferiram estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância; \*extrato seco total; \*\*determinado por diferença.

Os teores de sólidos totais de todas as formulações apresentaram diferença entre si ( $p \leq 0,05$ ), na qual a formulação S12 apresentou maior média (41,49%). Para a análise de lipídios novamente nenhuma formulação apresentou diferença significativa entre si ( $p \geq 0,05$ ), uma vez que, houve a padronização de

gordura nos sorvetes formulados resultando em valor médio de 3%. O teor de cinzas também não apresentou diferença estatística ( $p \geq 0,05$ ). Os valores altos para o teor de cinzas podem ser justificados segundo Sousa *et al.* (2010) que afirma que os sorvetes de frutas são ricos em diversos sais minerais (cálcio, sódio, potássio, magnésio, entre outros) devido a presença do leite e dos minerais da própria polpa.

Para o teor proteico e o teor de carboidrato a formulação S12 apresentou o maior valor médio (6,02% e 31,31%, respectivamente), isto pode ser explicado pela maior proporção de leite em pó recebida. O teor de proteína sofreu incremento em decorrência da adição de 16% de leite em pó na formulação do sorvete, e conseqüentemente, houve aumento no teor de carboidratos totais do mesmo.

A Tabela 11 reporta os resultados das análises físico-química e teor de ácido ascórbico dos sorvetes de camu-camu. A formulação S12 apresentou significativamente maior valor de pH ( $p \leq 0,05$ ) comparado às demais formulações, possivelmente pela maior proporção de leite em pó adicionada neste tratamento.

**Tabela 11** – Análises físico-químicas e teor de ácido ascórbico dos sorvetes de camu-camu.

Amostras	pH	Acidez titulável	Sólidos Solúveis	Ácido Ascórbico
S11	5,79 <sup>b</sup> ± 0,35	0,79 <sup>a</sup> ± 0,01	35,38 <sup>c</sup> ± 0,22	202,35 <sup>a</sup> ± 11,23
S12	6,07 <sup>a</sup> ± 0,00	0,75 <sup>b</sup> ± 0,01	40,95 <sup>a</sup> ± 0,52	169,36 <sup>b</sup> ± 2,62
S13	5,84 <sup>b</sup> ± 0,01	0,68 <sup>c</sup> ± 0,01	36,60 <sup>b</sup> ± 0,17	201,74 <sup>a</sup> ± 0,80

Média ± Desvio padrão, em base seca; os valores com letras iguais, na mesma coluna, não diferiram estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância. Determinado acidez titulável em g ácido láctico 100 g<sup>-1</sup>; sólidos solúveis em °Brix e teor de ácido ascórbico mg ácido ascórbico (AA) 100 g<sup>-1</sup>.

A acidez titulável da formulação S11, a qual recebeu maior proporção de polpa de camu-camu (26%), apresentou significativamente superior ( $p \leq 0,05$ ) comparadas as outras formulações. Enquanto que a formulação que recebeu menor proporção de polpa (20%) e 16% de leite em pó apresentou acidez ligeiramente inferior a S11. Neste caso, a polpa não teve efeito na acidez titulável da formulação do sorvete. Já o ESD que na formulação S12 apresentou-se em maior proporção, este pode ter contribuído com os componentes ácidos.

O teor de sólidos foi significativamente maior para os tratamentos que receberam maior proporção de açúcar (14%) nas formulações, embora entre os tratamentos S12 e S13 tenham apresentado diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ).

Saito (2016) desenvolveu um sorvete padrão com adição de saborizantes, sabor morango, e observou que para o teor de sólidos solúveis do sorvete (33,91%) não houve diferença aos valores encontrados na literatura, cujos valores variam de 32,33 a 39,00%. De acordo com Soler e Veiga (2001) os sólidos solúveis totais são o somatório de todos os componentes não-aquosos do sorvete e que normalmente colaboram com o valor nutricional, viscosidade e melhoram a textura e o corpo do produto final. Entretanto, sua concentração excessiva (40 – 42%), apresenta corpo pesado e duro para o produto final. Segundo Oliveira *et al.* (2005) sorvetes de mangaba com adição de polpa da fruta diminuiu a fração de água congelada ocasionando o aumento da umidade e, conseqüentemente, à diminuição nos sólidos solúveis totais. Este efeito também foi observado neste estudo com a formulação de maior teor de polpa de camu-camu e menor ESD e açúcar promovendo a diminuição do teor de sólidos solúveis (S11).

Para o teor de ácido ascórbico os sorvetes S11 e S13 não apresentaram diferença significativa entre si ( $p \geq 0,05$ ), com maiores médias (202,3 e 201,74 mg ácido ascórbico (AA) 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente). Com base em informações da Organização Mundial da Saúde (OMS) é aconselhado que a ingestão diária recomendada (IDR) seja de 60 mg dia<sup>-1</sup> de ácido ascórbico para um adulto. Nos sorvetes de camu-camu encontra-se teor de vitamina C de 29,65 g de sorvete S11 dia<sup>-1</sup>, 35,43 g de sorvete S12 dia<sup>-1</sup> e 29,74 g de sorvete S13 dia<sup>-1</sup>.

Os parâmetros tecnológicos analisados dos sorvetes de camu-camu (Tabela 12) mostraram que não houve diferença significativa para *overrun* e densidade ao nível de 5% entre as formulações estudadas. Todas as amostras apresentaram densidade de acordo com a legislação vigente, onde os sorvetes devem apresentar densidade aparente mínima de 475 g L<sup>-1</sup> (BRASIL, 2005).

**Tabela 12** – Parâmetros tecnológicos dos sorvetes de camu-camu.

<b>Amostras</b>	<b>Overrun (%)</b>	<b>Densidade</b>	<b>Derretibilidade</b>	<b>Ratio</b>
S11	51,33 <sup>a</sup> ±2,57	0,706 <sup>a</sup> ±0,00	65 <sup>a</sup> ±0,00	44,78 <sup>c</sup> ±0,01
S12	46,91 <sup>a</sup> ±3,85	0,730 <sup>a</sup> ±0,02	48 <sup>b</sup> ±2,89	54,60 <sup>a</sup> ±0,01
S13	46,62 <sup>a</sup> ±4,42	0,714 <sup>a</sup> ±0,00	53 <sup>b</sup> ±2,89	53,82 <sup>b</sup> ±0,01

Média± Desvio padrão, em base seca; os valores com letras iguais, na mesma coluna, não diferiram estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância.

Benavides e Moraes (2015) desenvolveram sorvetes com redução de gordura e encontraram para o *overrun* valores de 64, 47% (redução de 25% de gordura), 51, 32% (redução de 50% de gordura) e 31, 58% (redução de 100% de gordura), com isso, observaram que as amostras com redução parcial de gordura (25% e 50%) estão classificados como sorvete de leite. Mosquim (1999) afirma que o volume de ar incorporado pode chegar entre 50% e 80% para sorvetes de leite. Apesar de não haver diferença significativa no *overrun* dos sorvetes de camu-camu, estes encontram-se parcialmente próximos do recomendado por Mosquim (1999).

O tempo de derretibilidade apresentou diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) apenas para a S11 com maior média de tempo total, sendo que as amostras S12 e S13 não se diferenciaram significativamente entre si ( $p \geq 0,05$ ). Segundo Almeida *et al.* (2016) o tempo que o sorvete com adição de 20% polpa de mangada demorou para derreter foi em cerca de 40 min, tempo próximo ao da amostra S12. Podemos afirmar que o tempo de derretimento é um parâmetro de grande importância para sorvetes, uma vez que afeta sua qualidade final, pois está fortemente relacionada a uma certa resistência e boa cremosidade (SOUZA *et al.*, 2010).

O *overrun* pode afetar o tempo de derretibilidade, pois o ar funciona como isolante térmico e reduz a taxa de transferência de calor (SOFJAN; HARTEL, 2004). Ademais, componentes como gordura, proteínas, estabilizantes e cristais de gelo formam uma rede em volta das bolhas de ar e tendem a elevar a resistência do produto ao derretimento (MUSE; HARTEL, 2004; SOUKOULIS *et al.*, 2009). Segundo Silva (2012), a gordura e a proteína são os componentes de maior influência para manutenção no tempo de derretibilidade de um sorvete. Nesse trabalho o teor de gordura foi igual para todas as formulações. O que diferiu foi apenas o teor de proteína, porém isso não interferiu no tempo de derretibilidade,

pois S12 não apresentou diferença significativa ( $p \geq 0,05$ ) em comparação ao S13. O tempo total de derretimento foi superior para o S11, o qual recebeu maior proporção de polpa conforme observado no modelo matemático (Tabela 9 e Figura 8). Todas as amostras apresentaram diferença ao nível de 5% para o *ratio*, sendo que a S12 apresentou maior média (54,60).

A capacidade antioxidante dos sorvetes de camu-camu (Tabela 13) mostraram que as análises de DPPH e compostos redutores não apresentaram diferença significativa entre si ( $p \geq 0,05$ ), variando de 238,82 a 270,76  $\mu\text{mol TEAC } 100\text{g}^{-1}$  e 97,70 a 121,48 mg EAG  $100\text{g}^{-1}$ , respectivamente. Para a amostra S13 pelo método ABTS apresentou diferença entre as demais ( $p \leq 0,05$ ), com média de 818,01  $\mu\text{mol TEAC } 100\text{g}^{-1}$ . Todas as amostras apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) pelo método FRAP.

**Tabela 13** – Análise das propriedades antioxidantes dos sorvetes de camu-camu.

Amostras	DPPH	ABTS	FRAP	Compostos redutores
S11	260,11 <sup>a</sup> $\pm$ 7,87	711,56 <sup>b</sup> $\pm$ 65,29	581,46 <sup>b</sup> $\pm$ 4,33	121,48 <sup>a</sup> $\pm$ 12,15
S12	270,76 <sup>a</sup> $\pm$ 13,04	652,63 <sup>b</sup> $\pm$ 20,71	438,53 <sup>c</sup> $\pm$ 3,46	97,70 <sup>a</sup> $\pm$ 6,90
S13	238,82 <sup>a</sup> $\pm$ 20,38	818,01 <sup>a</sup> $\pm$ 12,36	727,58 <sup>a</sup> $\pm$ 3,32	121,38 <sup>a</sup> $\pm$ 14,07

Média  $\pm$  Desvio padrão; os valores com letras iguais, na mesma coluna, não diferiram estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância. ABTS; FRAP e DPPH foram expressos em  $\mu\text{mol TEAC } 100\text{ g}^{-1}$ . Compostos redutores foram expressos em mg EAG  $100\text{ g}^{-1}$ .

Os resultados para a capacidade antioxidante ABTS e compostos redutores dos sorvetes podem ser considerados baixos referente a polpa de camu-camu usada na formulação já ter apresentado no item 5.2 valores inferiores aos comparados pela literatura. Uma vez que segundo Moure *et al.* (2001) uma das principais causas da diminuição da capacidade antioxidante é a ação da temperatura, da luz. Já para as análises de DPPH e FRAP podemos observar que houve um sinergismo entre a polpa e os componentes do sorvete.

Guizilini (2010) obteve para o sorvete de gabirola pelo método ABTS uma média de 11,3  $\mu\text{mol TEAC } 100\text{ g}^{-1}$  valor considerado menor ao comparar com os sorvetes de camu-camu. Magalhães (2012) desenvolveu sorvete com adição da polpa de sapota e encontrou para compostos redutores 74,09 mg EAG

100 g<sup>-1</sup>, valor menor ao comparar com os sorvetes de camu-camu. A funcionalidade particular dos compostos redutores quando em contato com produtos lácteos é baseado na sua capacidade de interagir com as proteínas do leite (O'CONNELL; FOX, 2001). Segundo Sarker, Wilde e Clark (1995) a catequina aumenta o volume e melhora a estabilidade de espumas de  $\beta$ -lactoglobulina, desestabilizando-as intencionalmente. Portanto, a presença de polifenóis pode ter melhorado a estabilidade de sorvetes. Além do mais, os compostos redutores no sorvete de camu-camu podem indicar que o mesmo pode ter uma quantidade de componentes que são promotoras de saúde, como agentes antioxidantes e agentes anticarcinogênicos.

O sorvete é um alimento nutritivo, pois contém macronutrientes que fornecem energia, além de, diversos processos vitais, como por exemplo, carboidratos, gorduras e proteínas. Ainda, vale enfatizar que sorvetes a base de leite contém fonte de cálcio, este indispensável para a saúde dos dentes e ossos. Muitos consumidores evitam esse alimento por considerarem uma sobremesa muito calórica, mas ao comparar ao que costumam consumir no dia a dia, o sorvete se torna uma boa opção, não apenas para refrescar do calor nos dias quentes, mas também para melhorar o valor nutricional das pequenas refeições (SOLER; VEIGA, 2001).

Os sorvetes de camu-camu apresentaram valores calóricos compatíveis com os produtos disponíveis no mercado local<sup>1</sup>, com a mesma característica, isto é, sorvete de leite com adição (parcial) de polpa de frutas ou suco de frutas.

O valor energético para os sorvetes S11, S12 e S13 foram 89,35 Kcal 60 g<sup>-1</sup>, 105,79 Kcal 60 g<sup>-1</sup> e 94,96 Kcal 60 g<sup>-1</sup> respectivamente. Já os sorvetes de massa comercializados nos sabores banana (115 Kcal 60 g<sup>-1</sup>), maracujá (122 Kcal 60 g<sup>-1</sup>), morango (116 Kcal 60 g<sup>-1</sup>), abacaxi ao vinho (116 Kcal 60 g<sup>-1</sup>), mousse de limão (109 Kcal 60 g<sup>-1</sup>), milho verde (107 Kcal 60 g<sup>-1</sup>) e creme (124,8 Kcal 60 g<sup>-1</sup>) de diversas marcas apresentam valores energéticos próximos ou acima aos sorvetes de camu-camu proposto.

---

<sup>1</sup> Pesquisa realizada em sorveterias de Londrina em abril de 2019.

O desenvolvimento de sorvetes com utilização de polpas exóticas pode requerer a adição de outros ingredientes para garantir uma aceitabilidade desejável entre os consumidores. Muitas vezes é necessário a adição de maior quantidade de açúcares e ou de essências para mascarar o sabor da polpa que impacta no valor calórico. Neste caso isto não ocorreu, as proporções do balanceamento do sorvete não resultaram em valor energético elevado.

## 5.6 ANÁLISE SENSORIAL

As amostras oferecidas aos avaliadores estavam em condições higiênico-sanitárias adequadas. Estas informações foram obtidas pelos resultados das análises microbiológicas, ausência de *Salmonella* sp. e a contagem de coliformes e estafilococos coagulase positiva estava de acordo com os limites estabelecidos pela legislação para gelados comestíveis (BRASIL, 2001). A polpa apresentou ausência de bolores e leveduras, respeitando o limite (BRASIL, 2000) e a contagem de coliformes também estavam dentro do estabelecido (BRASIL, 2001).

A avaliação sensorial contou com a participação de avaliadores de 18 a 60 anos. Dos entrevistados 48,57% tinham de 18 a 20 anos, 32,86% entre 21 a 25 anos, 9% entre 26 a 30 anos. Apenas 4% declararam serem maiores que 30 anos. A maioria dos participantes era do sexo masculino (61,43%) e do sexo feminino 38,57%. No teste foi avaliado também a frequência do consumo de sorvetes e nenhum entrevistado relatou consumir diariamente ou não consumir. Entretanto 18,57% dizem consumir sorvete eventualmente, 37,14% semanalmente e 44,29% mensalmente.

Os atributos aroma, aparência, cor e textura não apresentaram diferença significativa entre as formulações ( $p \geq 0,05$ ) os quais apresentaram valores médios de 7,6; 7,7; 7,5 e 8,0 respectivamente para os sorvetes de camu-camu.

**Tabela 14** – Notas obtidas na análise sensorial das formulações dos sorvetes no teste de aceitação.

Amostras	Aroma	Aparência	Cor	Sabor	Textura	Impressão Global
S11	7,58 <sup>a</sup> ± 2,11	7,59 <sup>a</sup> ± 2,09	7,13 <sup>a</sup> ± 1,93	7,31 <sup>b</sup> ± 2,27	7,74 <sup>a</sup> ± 1,52	6,97 <sup>b</sup> ± 2,07
S12	7,78 <sup>a</sup> ± 1,85	7,96 <sup>a</sup> ± 1,47	7,71 <sup>a</sup> ± 1,59	8,61 <sup>a</sup> ± 1,47	8,36 <sup>a</sup> ± 1,43	8,24 <sup>a</sup> ± 1,46
S13	7,55 <sup>a</sup> ± 1,64	7,52 <sup>a</sup> ± 1,74	7,54 <sup>a</sup> ± 1,51	7,43 <sup>b</sup> ± 2,01	8,04 <sup>a</sup> ± 1,50	7,41 <sup>b</sup> ± 1,58

Média±Desvio padrão; os valores com letras iguais, na mesma coluna, não diferiram estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância.

As notas atribuídas para os atributos supracitados encontram-se entre os termos “gostei” e “gostei muito” na escala hedônica de dez pontos. Segundo Teixeira (2009), os produtos do gênero gelados comestíveis criam no consumidor uma sensação pré-estabelecida das reações individuais de aceitação, indiferença ou rejeição de acordo com a aparência e a cor esperadas.

O sorvete S12, quanto ao atributo sabor apresentou a maior média (8,61) diferindo dos demais sorvetes, com notas de 7,31 (S11) e 7,43 (S13). Estes por sua vez não se diferenciaram significativamente entre si ( $p \geq 0,05$ ). A maior preferência foi para o sabor do sorvete S12 cuja formulação era de 20% de polpa de camu-camu, 14% de açúcar e 16% ESD. Supõem-se que a maior contribuição para esta nota foi a menor adição de polpa de camu-camu e maior de açúcar, leite em pó integral e desnatado. As amostras com menores notas atribuídas tinham em sua composição quantidades maiores de polpa e menores ou iguais de açúcar, leite em pó integral e desnatado, no caso S11 (26% de polpa de camu-camu, 12% açúcar e 12% ESD) e S13 (24% de polpa de camu-camu, 14% açúcar e 12% ESD). O camu-camu pode ser considerada do ponto de vista sensorial como uma fruta peculiar, apresenta alto teor de umidade, baixos valores de carboidratos e alta acidez. De modo geral, as frutas e polpas de melhor aceitação sensorial são aquelas ricas em carboidratos principalmente açúcares, por exemplo, a manga (12,5 g 100 g<sup>-1</sup>).

O mesmo ocorreu com a impressão global no qual, o S12 sorvete obteve maior média (8,24) diferenciando-se significativamente ao nível de 5% dos outros sorvetes. Vale ressaltar que todos os sorvetes apresentaram baixo teor de gordura, mas apenas o S12 foi considerado como fonte de proteína. A legislação

RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012 considera como fonte de proteína o produto cujo teor deve ser maior ou igual a 6g 100 g<sup>-1</sup> (BRASIL, 2012).

Os sorvetes S12 e S13 foram considerados com IA elevado, sendo de 82,4% e 74,1%, respectivamente. A literatura considera uma resposta favorável quando o IA é  $\geq 70\%$  (DUTCOSKY, 1996). Já para o S11, pelo valor de IA, pode-se dizer que não foi bem aceito, pois obteve índice de aceitação abaixo do preconizado na literatura. Isto pode ser explicado pela elevada porcentagem de polpa de camu-camu (26%) e menores teores de açúcar (12%) e ESD (12%). O sabor da polpa ácida sobressaiu-se, e os avaliadores não eram treinados, logo desconheciam o sabor da polpa, uma vez que o camu-camu não é típico da região e rejeitaram o produto. Brasileiros de modo geral tem preferência por produtos com sabores mais doces o que não é o caso da formulação de sorvete proposta (HANSEN *et al.*, 2008).

Guizilini (2010) desenvolveu um sorvete de leite com adição de 20% de polpa de gabioba. Analisou a aceitação usando uma escala hedônica de sete (7) pontos, onde 1 (desgostei muitíssimo) e 7 (gostei muitíssimo). O resultado entre os avaliadores foi de 5,51, ficando entre “gostei ligeiramente” e “gostei muito”. Isto significa que o sorvete teve uma boa aceitação. Ao comparar este resultado com o obtido para este estudo, pois as polpas de gabioba e de camu-camu são da mesma família (Myrtaceae), pode-se afirmar que, apesar de exóticas, estas polpas podem ser usadas para produção de sorvetes com sabores inusitados. A alta gastronomia, ávida por novos produtos, valoriza sabores regionais e é um setor com grande potencial de geração de renda e emprego e pode utilizar-se destes produtos.

## 6. CONCLUSÃO

As variações nos teores de polpa de camu-camu, açúcar e ESD acarretaram alterações nas características tecnológicas, *ratio* e custo dos sorvetes. O açúcar teve maior efeito no aumento do tempo de derretibilidade total do sorvete, enquanto as misturas binárias de polpa e açúcar e açúcar e ESD apresentaram forte efeito na redução deste tempo. O leite em pó teve maior efeito no aumento do custo e da razão °Brix e acidez, enquanto que o açúcar contribui com a redução do custo nos sorvetes.

O estudo permitiu observar que os consumidores preferem sorvetes com maiores teores de açúcar e leite em pó adicionado de polpa em proporções inferior a 24%.

A polpa de camu-camu tem potencial aplicação na indústria de gelados comestíveis na forma isolada ou em misturas, promovendo maiores atrações nutricionais e sensoriais. Uma vez que o fruto é pouco consumido 'in natura' pelos nativos da região norte e a polpa é a única forma de ser comercializado fora da região.

## REFERÊNCIAS

ABD EL-RAHMAN, A. M. *et al.* Physical characteristics of frozen dessertes made with cream, anhydrous milk fat, or milk fat fractions. **Journal of Dairy Science**, Thomson, v. 80, n. 9, p. 1926-1935, 1997.

AKTER, S. *et al.* Nutritional compositions and health promoting phytochemicals of camu-camu (*Myrciaria dubia*) fruit: a review. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1728-1732, 2011.

ALARCÓN, C.L.; DENICOLA, A. Evaluating the antioxidant capacity of natural products: A review on chemical and cellular-based assays. **Analytica Chimica Acta**, v. 763, p.1-10, 2013.

ALDAZABAL, J. *et al.* Deterministic model for ice cream solidification. **Computational Materials Science**, v. 38, n. 1, p. 9-21, 2006.

ALEZANDRO, M. R. *et al.* Comparative study of chemical and phenolic composition of two species of jaboticaba: *Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg and *Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg. **Food Research International**. v. 54, p. 468-477, 2013.

ALVES, C. Q. *et al.* Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 10, p. 2202-2210, 2010.

ALVES, R. E. *et al.* Camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh: a rich natural source of vitamin C. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, Miami, v. 46, p. 11-13, 2002.

ALMEIDA, A. B. S. *et al.* Elaboração e avaliação sensorial de sorvete diet e sem lactose de mangaba endêmica do cerrado. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 3, n. 3, p. 38-41, jul./set. 2016.

ANDRADE, J. S. **Curvas de maturação e características nutricionais do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) cultivado em terra firme na Amazônia Central Brasileira**. 1991. 127f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de São Paulo, Campinas, 1991.

ÂNGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos redutores em alimentos – Uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.

ANTUNES, A. J. **Funcionalidade de Proteínas do Soro de Leite Bovino**. São Paulo: Manole Ltda., 2003

AOAC. 2012. Association of Official Analytical Chemists, **Official Methods of Analysis**, 14th edition Washington D.C. 2012.

ARAGÃO, D. M. *et al.* Sorvetes sabor maracujá elaborados com biomassa da banana verde e sucralose. **Revista Verde de Agron. e desenv. Sustentável**, v. 13, n. 4, 2018.

ARANHA, F. Q. *et al.* The Role of Vitamin C in organic changes in aged people. **Rev. Nut. Campinas**, n. 13, v. 2, Pp: mai/ago 2000.

ARAÚJO, I. M. C. **Caracterização bioativa de resíduos de frutas tropicais**. 2017. 44f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Nutrição). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

ARBUCKLE, W. S. **Ice cream**. 3 ed. USA: AVI Publishing Company, 1977. 517 p.

ARBUCKLE, W. S. **Ice Cream**, 4 th ed. Van Nostrand Reinhold, New York. 1986.

ARCHELA, E.; DALL'ANTONIA, L.H. Determinação de Compostos redutores em Vinho: Uma revisão. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 193-210, jul./dez, 2013.

ASSOCIAÇÃO Brasileira das Indústrias de Sorvetes (ABIS). **2009**. Disponível em: <http://www.abis.com.br>. Acesso em: 10 jan. 2018.

ASSOCIAÇÃO Brasileira das Indústrias de Sorvetes (ABIS). **Brasil é o 10º em consumo de sorvetes**. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.sistemafaeb.org.br/noticias/detalhe/noticia/brasil-quer-exportar-us-1-bilhao-em-frutas-em-2019-diz-abrafrutas>. Acesso em: 10 jan. 2018.

ASSOCIAÇÃO Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (ABRAFRUTAS). **2018**. Disponível em: <http://www.abrafrutas.org/index.php?lang=pt-br>. Acesso em: 15 mar. 2018.

AYALA-ZAVALA, J. F. *et al.* Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1866–1874, 2011.

BARHAMPARVAR, M.; TEBRANI, M. M. Application and Functions of Stabilizers in Ice Cream. **Food Reviews International**, v. 27, n. 4, p. 389-407, 2011.

BARROS, H. R. M. **Efeito dos compostos redutores do camu-camu e do cupuaçu no desenvolvimento da obesidade e diabetes mellitus tipo 2**. 2015. 167f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

BARTOLOMÉ, A. P., RUPKEZ, P., FÜSTER, C. Changes in soluble sugars of two

pineapple fruit cultivars during frozen storage. **Food Chemistry**, v. 56, n. 2, p. 163-166, 1996.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractants solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 31, n. 4, p. 507-513, 1988.

BENAVIDES, R. R.; MORAES, P. C. B. T. Sorvete sabor chocolate com redução parcial e total de gordura. **Revista de Ciência e Tecnologia**, v. 18, n. 36, jan./jun., 2015.

BENZIE, I. F. F; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay. **Analytical Biochemistry**, v. 239, n. 292, p. 70-76, 1996.

BEZERRA, M. F. **Polpa de jabolão (*Eugenia jambolana* Lam.) fresca e desidratada: característica físico-químicas, bioativas e funcionais, efeitos biológicos em *Caenorhabditis elegans* e uso para produção de frozen yogurt caprino probiótico**. 2015. 225f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

BIALE, J. B. The postharvest biochemistry of tropical and subtropical fruits. **Advances in Food Research**. New York, v. 10, p. 293-354, 1960.

BOLLIGER, S. *et al.* Influence of emulsifiers on ice cream produced by conventional freezing and low temperature extrusion processing. **International Dairy Journal**, Barking, Inglaterra, v. 10, n. 7, p. 497-504, 2000.

BORSZCZ, V. **Implantação do sistema APPCC para sorvetes**: aplicação na empresa Kimyto. 2002. 119f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, London, v.28, n.1, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura do Abastecimento. **Instrução Normativa nº 01/00**, de 07/01/00. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 jan. 2000, Seção I, p.54-58.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução normativa – RDC nº 12**, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, 10 de janeiro de 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC n. 267**, de 25 de setembro de 2003. Dispõe sobre o regulamento técnico de boas práticas de fabricação para estabelecimentos industrializadores de gelados comestíveis e a lista de verificação das boas práticas de fabricação para estabelecimentos industrializadores de gelados comestíveis. Diário Oficial da União, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC n. 266**, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis. Diário Oficial da União, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 54**, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da União, 2012.

BRUNINI, M. A.; DURIGAN, J. F.; OLIVEIRA, A. L. Avaliação das alterações em polpa de manga 'Tommy-Atkins' congeladas. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 651-653, 2002.

BUENO, S. M. *et al.* Avaliação da qualidade de Polpas de Frutas Congeladas. **Rev. Instituto Adolfo Lutz**, v. 62, n. 2, p. 121-126, 2002.

CALZADA BENZA, J. C. 1980. **Frutales nativos**. La Molina. EL Estudiante, 314p.

CAMARGO, R. **Tecnologia de produtos agropecuários**. Nobel, São Paulo: 310p.1984.

CARROL, D. E. Muscadins grapes: factors influencing products quality. In: PATTEE, H. E. **Evaluation of quality of fruits and vegetables**. Westport, AVI, 1985, p. 177-197.

CARVALHO, A. V.; LIMA, L. C. O. Qualidade de kiwis minimamente processados e submetidos a tratamento com ácido ascórbico, ácido cítrico e cloreto de cálcio. **Pesq. Agrop. Bras.** v. 37, p. 679-685, 2002.

CARVALHO, K. D. **Utilização de soro de leite doce na produção de sorvete em massa**. 2012. 197f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável e Qualidade de Vida) - Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino, São João da Boa Vista, 2012.

CARVALHO, A. V; MATTIETTO, R. A; BECKMAN J. C. Estudo da estabilidade de polpas de frutas tropicais mistas congeladas utilizadas na formulação de bebidas. **Ver.Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 20, 2017.

CASAGRANDE, R. *et al.* In vitro evaluation of quercetin cutaneous absorption from topical formulations and its functional stability by antioxidant activity. **International Journal of Pharmaceutics**, Amsterdam, v. 328, p. 183-190, 2007.

CAVALINI, F. C. **Fisiologia do amadurecimento, senescência e comportamento respiratório de goiabas "kumagai" e "pedro sato"**. 2008. 91f. Tese (Doutorado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**, 2º Ed. rev., Campinas - SP, Editora da UNICAMP, p. 202. 2003.

CENZANO, I.; MADRID, A. **Tecnología de La elaboración de los helados**. Madrid (España), 1995, 376p.

CHIRINOS, R. *et al.* Antioxidant compounds and antioxidant capacity of Peruvian camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) fruit at different maturity stages. **Food Chemistry**. Barking v. 120, n. 4, p. 1019-1024, June, 2010.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Rev. e ampl. Lavras: Ed. UFLA, 2005. 783 p.

CLARCK, S.; SHERBON, J. W. Genetic variants of alpha s1-CN in goat milk: breed distribution and associations with milk composition and coagulation properties. **Small Ruminant Research**, v. 38, p. 135-143, 2000.

CLARKE, C. **The science of ice cream**. Cambridge. Royal Society of Chemistry, 2004, 187p.

COOK, K. L. K.; HARTEL, R. W. Mechanisms of ice crystallization in ice cream production. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 9, p. 213-222, 2010.

CORNEJO, F. E. *et al.* **Obtenção de camu-camu em pó com elevado teor de compostos bioativos**. Rio de Janeiro, EMBRAPA, 2010. 3p. (EMBRAPA. Comunicado Técnico, 176).

CORNELL, J. A. **Mixture experiments**. Coletânea de artigos, cap.7. Marcel Dekker, New York, 1990.

CORNELL, J. A. **Experiments with mixture: designs, models and the analysis of mixture data**, 3. ed. New York: Jwiley, 2002, 656p.

CORREIA, P. T. R. PEDRINI, S. R. M. MAGALHÃES, A. M. M. **Sorvete: aspectos tecnológicos e estruturais, higiene alimentar**, v. 21, n. 148, p.19-23, 2007.

- CORREIA, R. T. P. *et al.* Sorvetes elaborados com leite caprino e bovino: composição química e propriedades de derretimento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 2, p. 251-256, 2008.
- COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Quantification of vitamin C and antioxidant capacity of citrus varieties. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 15-19, 2010.
- CUNHA, E. C. E. **Avaliação e caracterização dos compostos bioativos do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh)**. 2018. 128p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900 p.
- DIB TAXI, A. M. C. **Suco de camu-camu (*Myrciaria dubia*) Microencapsulado obtido através de secagem por atomização**, 2001. 166f. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996, 123p.
- EISNER, M. D.; WILDMOSER, H.; WINDHAB, E. J. Air cell microstructuring in a high viscous ice cream matrix. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, Amsterdam, v. 263, n. 1, p. 390-399, 2005.
- EMBRAPA. **A cultura do camu-camu**. Embrapa Amazônia Oriental. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 81 p.
- FANIN, F. C.; SARACCHI, P. A. **Tecnologia de gelados comestíveis**. 2 ed. São Paulo: SENAI/SP, 2006. 66p.
- FARAONI, A. S. *et al.* Desenvolvimento de um suco misto de manga, goiaba e acerola utilizando delineamento de misturas. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 911-917, 2012.
- FIEAM - Federação das Indústrias do Estado do Amazonas. **Camu-camu**, 2002. Disponível em: <<http://www.fieam.org.br/invesUcamu-camu.htm>>. Acesso em: 22 jun. 2017.
- FOOD **Ingredients Brasil** (FIB). São Paulo: Fihba, v. 18, 2011. Trimestral. Disponível em: <http://www.revista-fi.com>. Acesso em: 10 jan. 2017.
- FOPPA, T. *et al.* Análises físico-químicas do leite em pó comparado ao leite UHT integral. **Ágora: R. Divulg. Cient**, Mafra, v. 16, n. 1, 2000.

FORNI, E. *et al.* The influence of sugar composition on the colour stability of osmodehydrofrozen intermediate moisture apricots. **Food Research International**, v. 30, p. 87-94, 1997.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013, 602p.

FRACASSETTI, D. *et al.* Ellagic acid derivatives, ellagitannins, proanthocyanidins and other phenolics, vitamin C and antioxidant capacity of two powder products from camu-camu fruit (*Myrciaria dubia*). **Food Chemistry**, v. 139, n. 1-4, p. 578-588, 2013.

FRANCO, M. R.; SHIBAMOTO, T. Volatile composition of some brazilian fruits: umbu-caja (*Spondias citherea*), camu-camu (*Myrciaria dubia*), araçá-boi (*Eugenia stipitata*) and cupuaçú (*Theobroma grandiflorum*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 1263-1265, 2000.

FREITAS, S. de O. **Determinação de parâmetros de qualidade de araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaugh) e murumuru (*Astrocaryum Murumuru* Mart.) armazenados em diferentes condições durante a maturação**. 2016. 57f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Rondônia, Ariquemes, 2016.

FUJITA A. *et al.* Impact of spouted bed drying on bioactive compounds, antimicrobial and antioxidant activities of commercial frozen pulp of camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc. Vaugh). **Food Research International**, v. 54, p. 495–500, 2013.

FUJITA, A. *et al.* Evaluation of phenolic-linked bioactives of camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc. Vaugh) for antihyperglycemia, antihypertension, antimicrobial properties and cellular rejuvenation. **Food Res Int.**, v. 77, p. 194-203, 2015.

GENOVESE, M. I. *et al.* Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Exotic Fruits and Commercial Frozen Pulps from Brazil. **Food Science and Technology International**, v. 14, n. 3, p. 207-214, 2008.

GOFF, H. D.; JORDAN, W. K. Action of emulsifiers in promoting fat destabilization during the manufacture of ice cream. **Journal of Dairy Science**. v. 72, n. 1, p. 18-29, 1989.

GOFF, H. D. Colloidal aspects of ice cream: a review. **International Dairy Journal**, v. 7, p. 363-373, 1997.

GOFF, D. H. Colloidal Aspects of Ice Cream – A review. **Journal of Dairy Science**, 1997. n. 7, p. 363 –373.

GOFF, D. H.; HARTEL, R. W. Ice cream and frozen desserts. In: MURRELL, K. D.; HUI, Y. H.; NIP, W. K.; LIM, M. H.; LEGARRETA, I. G.; CORNILLON, P., eds. **Handbook of frozen foods**. Boca Raton: CRC Press, 2004, p. 499-570.

GOFF, H. D. **Structure of ice cream**. Dairy Science and Technology website, University of Guelph, 2005. Disponível em: <http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/icstructure.html>. Acesso em: 20 nov. 2018.

GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. **Ice cream**. 7. ed. New York: USA: Springer, 2013. 462 p.

GOMES, S. F. Carotenoides: uma possível proteção contra o desenvolvimento e câncer. **Revista de Nutrição**, v. 20, n. 5, p. 537-548, set./out., 2007.

GONÇALVES, A. E.; LAJOLO, F.; GENOVESE, M. I. Chemical Composition and Antioxidant/Antidiabetic Potential of Brazilian Native Fruits and Commercial Frozen Pulps. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 8, p. 4666-4667, 2010.

GONÇALVES, A. E. *et al.* Frozen pulp extracts of camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh) attenuate the hyperlipidemia and lipid peroxidation of Type 1 diabetic rats. **Food Research International**, n. 64, p.1-8, 2014.

GONZALEZ-AGUIAR, G. A. *et al.* Bioactive compounds in fruits: health benefits and effect of storage conditions. **Postharv. Stewart Rev.**, v. 4, n. 3, p. 1-10, 2008.

GUIZILINI, L. A. **Atividade antioxidante de gabioba e aplicação da polpa como ingrediente em sorvete**. 2010, 93f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade estadual de Londrina, Londrina, 2010.

GRANGER, C. *et al.* Influence of formulation on the structural networks in ice cream. **International Dairy Journal**. Barking, Inglaterra, v. 15, n. 3, p. 255-262, 2005.

HARE, L. B. Mixture design applied to food formulation. **Food Technology**, v. 28, n. 3, p. 50-62, 1974.

HERNÁNDEZ, M. S.; CARRILO, M.; BERRERA, J. Camu-camu (*Myrciaria dubia* Kunth McVaugh). In: YAHIA, E. M. (Ed.). **Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2011, chap. 16, p. 352-362.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. I. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Washington, v. 53, p. 1841-1856, 2005.

INFANTE, X. L. B. **Produção e avaliação da qualidade do suco clarificado de camu-camu, originário da margem do rio Putumayo**. 2008. 49f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2008.

INSTITUTO Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1 ed. Digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, 1020 p.

INSTITUTO Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) - Coordenação de Pesquisas em Ciência Agrônomicas (CPCA). **Camu-camu**. [Online] 2011. Disponível em: <http://www.inpa.gov.br/camu-camu.html>. Acesso em: 12 ago. 2017.

INSTITUTO Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). **Cultivo do camu-camu**. [Online] 2014. Disponível em: <https://www.inpa.gov.br/cpca/areas/camu-camu.html>. Acesso em: 11 jun. 2017.

JACKMAN, R. L., YADA, R. Y., TUNG, M. A. A review separation and chemical properties of anthocyanins used for their qualitative and quantitative analysis. **Journal of Food Biochemistry**, v. 11, n. 4, p. 279-308, 1987.

JUSTI, K.C. *et al.* Nutritional composition and Vitamin C stability in stored Camu-camu (*Myrciaria dubia*) pulp. **Arch Latinoam Nutr**, v. 50, p. 405-408, 2000.

KLUGE, A. R.; NACHTIGAL, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós colheita de frutos de clima temperado**. 2 ed. Pelotas: UFPEL, 2002.

KOXHOLT, M. M. R.; EISENMANN, B.; HINRICHS, J. Effect of the fat globule sizes on the meltdown of ice cream. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 84, n. 1, p. 31-37, 2001.

KUSKOSKI, E. A. *et al.* Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1285-1286, 2006.

LAMOUNIER, M. L. *et al.* Desenvolvimento e caracterização de diferentes formulações de sorvetes enriquecidos com farinha da casca da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 70, n. 2, p. 93-104, mar/abr, 2015.

LEONG, L.P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruit in Singapore markets. **Food Chem.**, Washington, v.76, p.69-75, 2002.

LIMA, M. A. C. *et al.* Comportamento respiratório e qualidade pós-colheita de graviola (*Annona muricata* L.) 'morada' sob temperatura ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 49-52, 2003.

LIMA, T. L. S. *et al.* Avaliação da composição físico-química de polpas de frutas comercializadas em cinco cidades do Alto Sertão paraibano. **Revista Verde**. Paraíba. v. 10, n. 2, p. 49 - 55, 2015.

LOBATO, L. P.; BENASSI, M. T.; GROSSMANN, M. V. E. Adição de inulina em géis de amido e leite utilizando planejamento experimental de misturas. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 15, n. 2, p. 134-140, 2012.

LORENZETTI, D. K. **Influência do tempo e da temperatura no desenvolvimento de micro-organismos psicrotróficos no leite cru de dois estados da região sul**. 2006. 71f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MAEDA, R. N.; ANDRADE, J. S. Aproveitamento do camu-camu (*Myrciaria dubia*) para produção de bebidas alcoólicas fermentada. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 33, n. 3, p. 489-498, 2003.

MAEDA, R. N. *et al.* Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia*), **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 26, p. 70-74, 2006.

MAEDA, R. N. *et al.* Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh). **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 313-316, abr./jun. 2007.

MAGALHÃES, V. S. C. **Caracterização físico-química e aplicabilidade tecnológica da sapota (*Quararibea cordata* Vischer)**. 2012. 11f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2012.

MARSHALL, R. T.; ARBUCKLE, W. S. **Ice cream**. 5. ed. Nova Iorque: International Thomson Publ., 349 p., 1996.

MARSHALL, R. T.; ARBUCKLE, W. S. **Ice Cream – 5th Edition** Kluwer Academic / Plenum Publishers. Hardbound, ISBN 0-8342-1917-4, august 2000, 349 p.

MARSHALL, R. T. Ice cream: properties and analysis. **Encyclopedia Food Science**. 92 **Nutrition.**, p. 3227–3233, 2003.

MARSHALL, R. T.; GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. Composition and properties. In: MARSHALL, R. T.; GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. (Ed.) **Ice cream**. 6th ed. New York: Kluwer Academic/Plenum Publ., 2003. p. 11-50.

MARSHALL, R. T.; GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. **Ice cream**. 6th ed. New York: Kluwer Academic/Plenum Publ., 2003. 366 p.

- McLEAN, R. A.; ANDERSON, V. L. Extreme vertices design of mixture experiments. **Technometrics**, v. 8, p. 447-454, 1966.
- MENDOZA, E. *et al.* **Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages.** ScienceDirect Madrid, v. 57, n. 4, p. 387-393, 2001.
- MILLIATTI, M. C. **Estudo reológico de formulações para sorvetes produzidos com diferentes estabilizantes.** 2013. 109f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.
- MORAES-DE-SOUZA, R. A. **Qualidade de polpa de camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh], submetida aos processos de congelamento, pasteurização, alta pressão hidrostática e liofilização e armazenada por 4 meses.** 2011. 114p. Tese (Doutorado em Química na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- MOSQUIM, M. C. A. **Fabricando sorvete com qualidade.** Fonte Comunicações e Editora Ltda.: São Paulo, 1999.
- MOURE, A. *et al.* Natural antioxidant from residual sources. **Food Chemistry**, v. 72, p. 145-171, 2001.
- MUSE, M. R.; HARTEL, R. W. Ice cream structural elements that effect melting rate and hardness. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 87, n. 1, p. 1-10, 2004.
- MUSSER, R. S. *et al.* Características físico-químicas de acerola do banco ativo de germoplasma em Pernambuco. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 4, n. 4, p. 556- 561, 2004.
- NACZK, M.; SHAHIDI, F. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 41, p. 1523 – 1542, 2006.
- NASCIMENTO, W. M. O. *et al.* **Avaliações preliminares de parâmetros genéticos de acessos de *Myrciaria dubia* por marcadores fenotípicos.** Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, n. 87, 2013, 27 p.
- NEVES, L. C. *et al.* Determining harvest time of camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh) using measuring pre-harvest attributes. **Scientia Horticulturae**, v. 186, p. 15-23, 2015.
- NUNES, D. B. **Rotinas para a otimização experimental de mistura.** 1998. 174f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1998.

O'CONNELL, G. *et al.* Effects of a combination of Beta Carotene and Vitamin A on lung Cancer and cardiovascular disease. **New England journal of medicine**, v. 334, p. 1150-1155, 1996.

OLIVEIRA, A. *et al.* Propriedades físicas de misturas para sherbets de mangaba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 06, p. 581-586, 2005.

OLIVEIRA, A. S. de. **Impacto do consumo de camu-camu (*myrciaria dubia* (kunth) McVaugh) em adultos com síndrome metabólica em Boa Vista/RR.** 2015. 80f. Dissertação. (Mestrado em Ciência de Alimentos), Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2015.

OLIVEIRA, G. L. S. Determinação da capacidade antioxidante de produtos naturais in vitro pelo método do DPPH•: estudo de revisão. **Rev. bras. plantas med**, v. 17, n. 1, p. 36-44, 2015.

OLIVEIRA, J. **Estudo da viabilidade de embalagens e temperaturas de armazenamento na qualidade pós-colheita de camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh].** 2013. 134f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Ciências, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2013.

OLSON, D.; WHITE, C.; WATSON, C. Properties of frozen dairy desserts processed by microfluidization of their mixes. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 1157-1162, 2003.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos: alimentos de origem vegetal.** v. 2. Porto Alegre: Editora Artmed, 2005.

PEREDA, J. A. O. *et al.* **Tecnologia de alimentos**, Porto Alegre: Artmed, 2005.

PEREIRA, C. **Propriedades funcionais de sorvetes de morango diet com adição da enzima lactase e transglutaminase otimizada através da metodologia de superfície de resposta.** 2014. 232f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

PEREIRA, J. M. *et al.* Avaliação da qualidade físico-química, microbiológica e microscópica de polpas de frutas congeladas comercializadas na cidade de Viçosa - MG. **Alim. Nutr.** v. 17, n. 4, p. 437-42, 2006.

PEREIRA, M. O. S. **Estudo Comparativo de Métodos de Avaliação da Capacidade Antioxidante de Compostos Bioactivos.** 2010. Dissertação (mestrado em Engenharia Alimentar) - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010.

PINEDO, R. A. **Manutenção dos atributos de qualidade do camu-camu (*Myrciaria dubia* H. B. K. (McVaugh)) desidratado, durante armazenamento.** Campinas. 2002. 96f. Dissertação (mestrado em Engenharia Química) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

PINEDO, R. A. **Estudo da estabilização da polpa de camu-camu (*myrciaria dubia* (h.b.k.) mc vaugh) congelada visando a manutenção de ácido ascórbico e de antocianinas.** 2007. 180f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

PINHEIRO, J. M. *et al.* Caracterização pós-colheita de seriguela em diferentes estádios de maturação. In: Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças, 001. **Anais [...]** Aracaju - SE, 2015.

PLAZA, C. V.; SILVA, D. H. S.; PAULETTI, P. M. Antioxidantes presentes em folhas e frutos de *Eugenia jambolana* Lam. (Myrtaceae). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Águas de Lindóia. **Anais [...]** Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Química, 2007.

PORTO, O. L. Uma importante etapa na produção perfeita do sorvete: homogeneização. **Revista Sorveteria Brasileira**, n 122, p. 37-38, jul/ago. 1998.

PEREIRA, C. **Propriedades funcionais de sorvetes de morango diet com adição da enzima lactase e transglutaminase otimizada através da metodologia de superfície de resposta.** 2014. 232 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

PRADO, M. E. T.; CHANDRA, P. K.; BICALHO, U. O. Desenvolvimento de um modelo matemático para estimar a degradação da vitamina C durante armazenamento de alimentos de umidade intermediária. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v. 15, p. 138-143, 1995.

PRADO, C. K. **Avaliação da composição físico-química, capacidades redutora e antioxidante do camu-camu (*Myrciaria dubia* (h. b. k.) McVaugh) e dos seus efeitos metabólicos em indivíduos com síndrome metabólica.** 2018. 55f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos), Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

RAIMUNDO, K. *et al.* Avaliação física e química da polpa de maracujá congelada comercializada na região de Bauru. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 2, p. 539-543, junho, 2009.

RAMOS, A. F. **Avaliação de aspectos físico-químicos, sensoriais e reológicos de sorvetes gourmet elaborado com teor reduzido de lactose.** 2016. 67f.

- Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.
- RE, R. *et al.* Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 9-10, p. 1231-1237, 1999.
- RECHSTEINER, M, S. **Desenvolvimento de amidos fosfatados de batata doce e mandioca e aplicação como substitutos de gordura em sorvetes**. 2009. 167 f. Tese (Faculdade de Ciências Agrônômicas, campus Botucatu), Universidade Estadual Paulista Julia de Mesquita Filho, Botucatu, 2009.
- RIBEIRO, S. I.; MOTA, M. G. C.; CORRÊA, M. L. P. Recomendações para o cultivo do camucamuzeiro no Estado do Pará. **Circular Técnica**, Embrapa, Belém, 2002.
- RIGO, M.; RODRIGUES, J.; BEZERRA, J. R. M. V. Avaliação sensorial e físico-química de sorvete com polpa de açaí e proteína do soro do leite. **Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**. Guarapuava, v. 14, n. 2, p. 225-236, maio/ago., 2018.
- ROCA, N. A. **Estudio químico bromatológico de la *Myrciaria paraensis* (Berg.) Tesis de Grado**. Facultad de Química de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima Perú, 1965.
- RODRIGUES, D. P. **Desenvolvimento e aplicação de modelo de calibração multivariada para determinação de açúcares e ácidos orgânicos em bebidas comerciais utilizando espectroscopia no infravermelho**. 2016, 121f. Dissertação (Mestrado em tecnologia de processos químicos e bioquímicos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.
- RODRIGUES, E. **Atividade antioxidante in vitro e perfil fenólico de cultivares de mirtilo (*vaccinium sp.*) produzidas no Brasil**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- RODRIGUES, R. B. *et al.* Evaluation of reverse osmosis and osmotic evaporation to concentrate camu-camu juice (*Myrciaria dúbia*). **Journal of Food Engineering**, v. 63, p. 97 – 102, 2003.
- RODRIGUES, R.B.; MARX, F. Camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh): a promising fruit from the Amazon Basin. **Nutrition**, v. 30, n. 9, p. 376-381, 2006.
- RODRIGUES, R. B.; PAPAGIANNOPOULOS, M.; MAIA, J. G. S. Antioxidant capacity of camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) pulp. **Ernahrung**. Neu-lsenburg, v. 30, n. 9, p. 357-362, 2006.

- ROGINSKY, V.; LISSI, E. A. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. **Food Chemistry**, Kidlington, v. 92, n. 2, p. 235-254, 2005.
- ROJAS-BARQUERA, D.; NARVÁEZ-CUENCA, C. E. Determinación de vitamina C, compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante de frutas de guayaba cultivadas en Colombia. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 9, p. 2336-2340, 2009.
- RUFINO, M. do S. M. *et al.* **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP)**. EMBRAPA Agroindústria Tropical 1ª edição on-line: dezembro de 2006. (Comunicado Técnico 125). Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br/>. Acesso em: 16 jun. 2017.
- RUFINO, M. do S. M. *et al.* Bioactive compounds and antioxidante capacities of 18 non-traditional tropicalfruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996-1002, 2010.
- RUFINO, M. do S. M. *et al.* Free radical scavenging behavior of tem exotic tropical fruits extracts. **Food Research International**, v. 44, p. 2072-2075, 2011.
- SACRAMENTO, C. K. *et al.* **Características físicas, físico-químicas e químicas de cajás oriundos de diversos municípios da região sul da Bahia**. *Magistra*, v. 19, p. 283-289, 2007.
- SÁNCHEZ-MORENO, C. Review: Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. **Food Sci Technol Int**, v. 8, p. 121-137, 2002.
- SANDOVAL, M.; MELCHOR, V.; OKUHAMA, N. Antioxidant and biological properties of *Myrciaria dubia*: role in cytoprotection. **Free Radical Biology and Medicine**, New York, v. 31, p. 837, 2001.
- SANTOS, G. G. **Sorvete: processamento, tecnologia e substitutos de sacarose**. *Ensaio e Ciência, Campo Grande - MS*, v. 13, n. 2, p. 95-109, 2009.
- SARKER, D. K.; WILDE, P. J.; CLARK, D. C. Control of surfactant-induced destabilization of foams through polyphenol-mediated protein-interactions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 43, p. 295-300, 1995.
- SILVA, M. A.; PINEDO, R. A.; KIECKBUSCH, T. G. Ascorbic acid termal degradationduring hot air drying of camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) slices at diferente air temperatures. **Drying Technology**, Monticello, v. 23, n. 9/11, p. 2277-2287, 2005.

SILVA, M. A.; SOBRAL, P. J. A.; KIECKBUSCH, T. G. State diagrams of freeze-dried camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh pulp with and without maltodextrin addition. **Journal of Food Engineering**, London, v. 77, n. 3, p. 426-432, 2006a.

SILVA, P. H. F. L. **Aspectos de Composição e Propriedades**. Química Nova na Escola Leite. n. 6, 1997.

SILVA, V. M. **Sorvete light com fibra alimentar**: desenvolvimento, caracterização físico-química, reológica e sensorial. 2012. 147f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2012.

SILVEIRA, J.; LEITE, J. P. Technique for optimization of ceramic bodies using mixture design. **Cerâmica**, v. 56, n. 340, p. 347-354, 2010.

SIMÕES, C. M. C. *et al.* **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. Porto Alegre/Florianópolis: Ed: UFSC/Ed. UFRGS, 2001, 883p.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 152, 1999.

SISTRUNK, W. A. Peach quality assesement: fresh and processes. In: PATTEE, H.E. **Evaluation of quality of fruits and vegetables**. Westport, AVI, 1985, p. 1-46.

SISTRUNK, W. A.; MORRIS, J. R. Strawberry quality: influence of cultural and environmental factors. In: PATTEE, H. E. **Evaluation of quality of fruits and vegetables**. Westport, AVI, 1985, p. 217-256.

SITES, J. W.; REITZ, H. J. The variation in individual valencia oranges from different locations of the tree as a guide to sampling Methods and spot-picking for quality. Part III. Vitamin C and juice content of the fruit. **Proceeding of the American Society for Horticultural Science**. New York, v. 54, p. 1-10, 1949.

SOARES, J. C. **Aproveitamento alimentar de jambolão**. 2015. 211f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2015.

SOFJAN, R. P.; HARTEL, R. W. Effects of *overrun* on structural and physical characteristics of ice cream. **International Dairy Journal**, v. 14, p. 255-262, 2004.

SOLER, M. P.; VEIGA, P. G. **Sorvetes**. Campinas: ITAL/CIAL, 2001.

SOUKOULIS, C.; LEBESI, D.; TZIA, C. Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena. **Food Chemistry**. Atenas, jan. 2009. p. 665-671.

SOUSA, C. M. M. *et al.* Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, vol. 30, n. 2, p. 351-355, 2007.

SOUSA, G. L. **Desenvolvimento de sorvete simbiótico de graviola (*Annona muricata* L.) com teor reduzido de gordura e avaliação da resistência gastrointestinal dos probióticos in vitro**. 2013. 154 f. Tese (Doutorado) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Universidade de São Paulo Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, 2013.

SOUZA FILHO, M. *et al.* Physico-chemical and Sensory Characterization of Nectars from Native Fruits from the North and Northeast of Brazil: Exploratory study. **Brazilian Journal of Food Technology**. 5139-143, 2002.

SOUZA, J. C. B. *et al.* Sorvete: composição, processamento e viabilidade da adição de probióticos. **Alim. Nutr.** v. 21, n. 1, p. 153-163, 2010.

SOUZA, J. C. B. *et al.* Sorvete: composição, processamento e viabilidade da adição de probiótico. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 1, n. 21, p.155-165, Jan/Mar, 2010.

STATSOFT for Windows. Version 10.0 [S.I]: StafSoft, 2016

STEVENSON, N. R. Active transport of L-ascorbic acid in the human ileum. **Gastroenterology**, v. 67, p. 952-956, 1974.

SU, F. **Comportamento estrutural de formulações de gelado comestível com variações da base gordurosa**. 2012. 11f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

STEINBERG, D. M.; HUNTER, W. G. Experimental design: a review and comment. **Technometrics**, v. 26, n. 2, p. 71-97, 1984.

SZCZESNIAK, A.S. Effect of storage on texture. In: TAUB, I.A.; SINCH, R.P. **Food storage stability**. Boca Raton: CRC press. p. 189-251, 2000.

TIMM, F. **Fabricación de helados**. Zaragoza: Acribia, 1989. 304 p.

THOMPSON, D.R.; *Am. Soc. Agric. Engineers* **1981**, 24, 1077.

TOMEI, R. R.; SALVADOR, M. J. Metodologias analíticas atuais para avaliação da atividade antioxidante de produtos naturais. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 11. ENCONTRO LATINO

AMERICANO DE PÓS GRADUAÇÃO, 7, 2007, Vale do Paraíba **Anais [...]** 2007, p. 1963-1967.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO**. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2011. 161 p. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php?ativo=tabela>. Acesso em: 05 abr. 2018.

VARGAS, M. *et al.* Physicochemical and sensory characteristics of yogurt produced from mixtures of cows and goats milk. **International Dairy Journal**, v. 18, p. 1146-1152, 2008.

VIDIGAL, M. C. T. R, *et al.* Effect of a health claim on consumer acceptance of exotic Brazilian fruit juices: Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), Camu-camu (*Myrciaria dubia*), Cajá (*Spondias lutea* L.) and Umbu (*Spondias tuberosa* Arruda). **Food Research International**, v. 44, p. 1988-96, 2011.

VIEIRA, S. K. V.; AGUIAR, R. A. C.; SÁ, D. M. A. T. Elaboração de sorvetes a base de polpa de acerola: alimento fonte de vitamina C. In: SEMIC, 2017. Sobral. **Elaboração de sorvetes a base de polpa de acerola: alimento fonte de vitamina C**, 2017.

VILLACHICA, L. H. E. **Cultivo del camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh) en la Amazônia Peruana**, Lima: Tratado de Cooperación Amazônica, 1997, 95 p.

VILLANUEVA, N. D. M.; PETENATE, A. J.; SILVA, M. A. A. P. Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 16, n. 8, p. 691-703, 2005.

YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T.; KIECKBUSCH, T. G. Effect of modified atmosphere packaging on kinetics of vitamin C degradation in mangos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 2, n.1-2, p.127-130, 1999.

YUYAMA, K.; AGUIAR, J. P. L.; YUYAMA, L. K. O. Camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C. **Acta Amazônica**, v. 32, n.1, p.169-174, 2002.

YUYAMA, L. K. O. *et al.* Teores de elementos minerais em algumas populações de camu-camu. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 33, p. 549-554, 2003.

YUYAMA, L. K. O. *et al.* Content of mineral elements in some populations of camu-camu. **Acta Amazonica**, 2003, v. 33: 549-554. 2011.

ZAMUDIO, L. H. B. **Caracterização de Vitamina C em frutos de Camu-camu *Myrciaria dubia* (H. B. K) em diferentes estágios de maturação do Banco Ativo de Germoplasma de Embrapa.** 121p. Tese (especialização em Nutrição Humana), Universidade de Brasília. Brasília, 2007

ZANATTA, C. F.; MERCADANTE, A. Z. Carotenoid composition from the Brazilian tropical fruit camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Food Chemistry**, Barking, v. 101, p. 1526-1532, 2007.

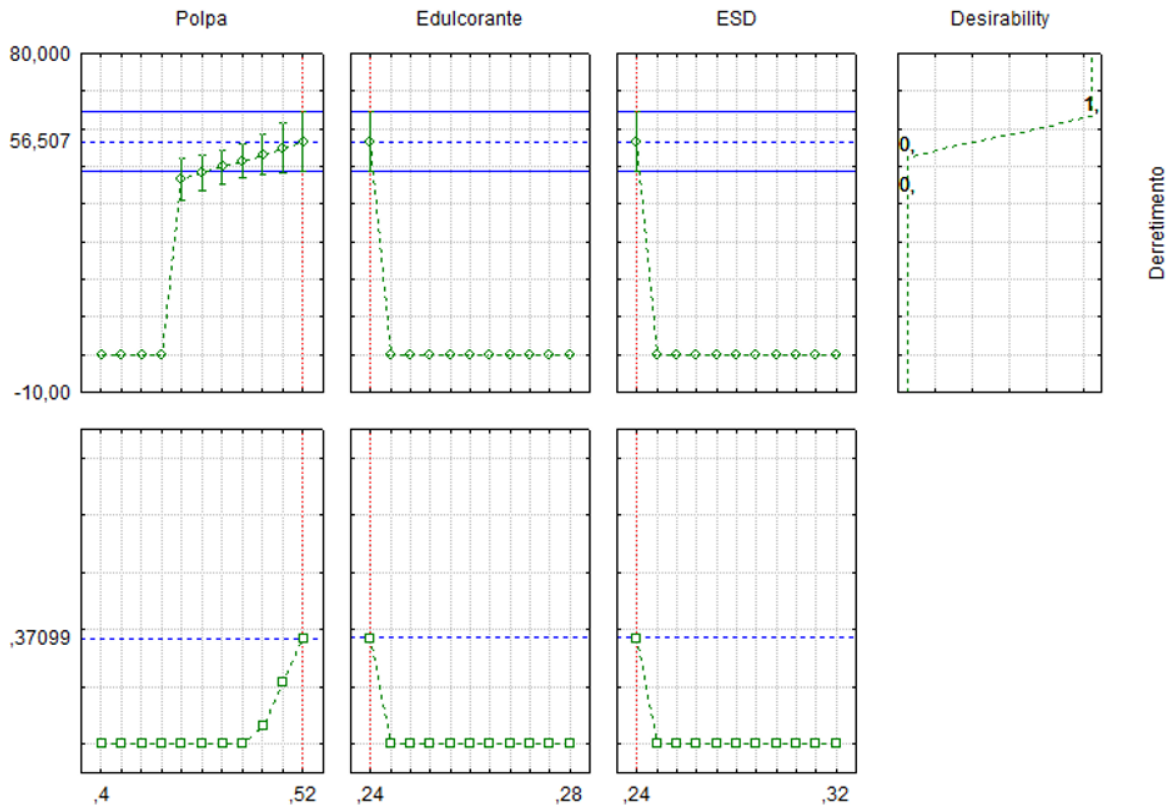
ZANONI, B. *et al.* Oxidative heat damage of tomato halves as affected by drying, **Food Research International**, v. 31, p. 395-401, 1999.

## **APÊNDICES**

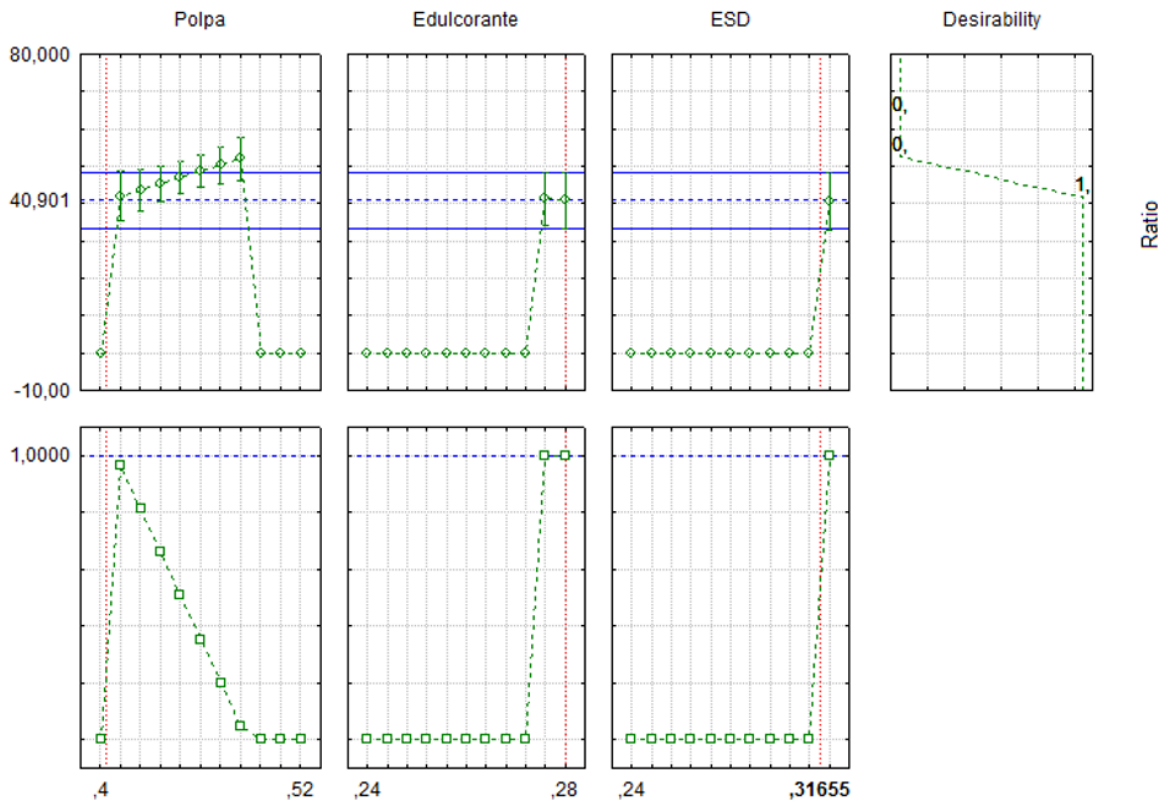
# APÊNDICE A

Desejabilidade das formulações de sorvete com adição da polpa de camu-camu

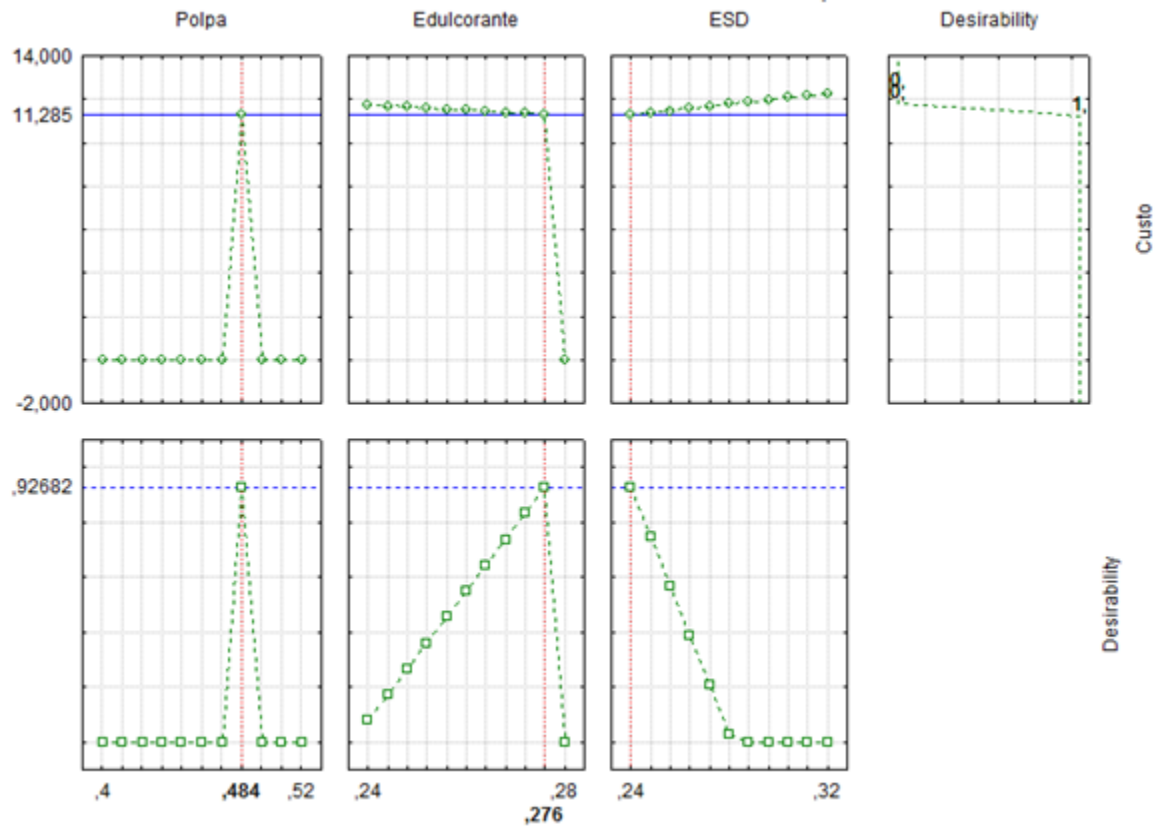
APÊNDICE A.1 – Desejabilidade considerado pelo maior tempo de derretibilidade.



**APÊNDICE A.2** – Desejabilidade considerado pelo maior *ratio* dos sorvetes de camu-camu.



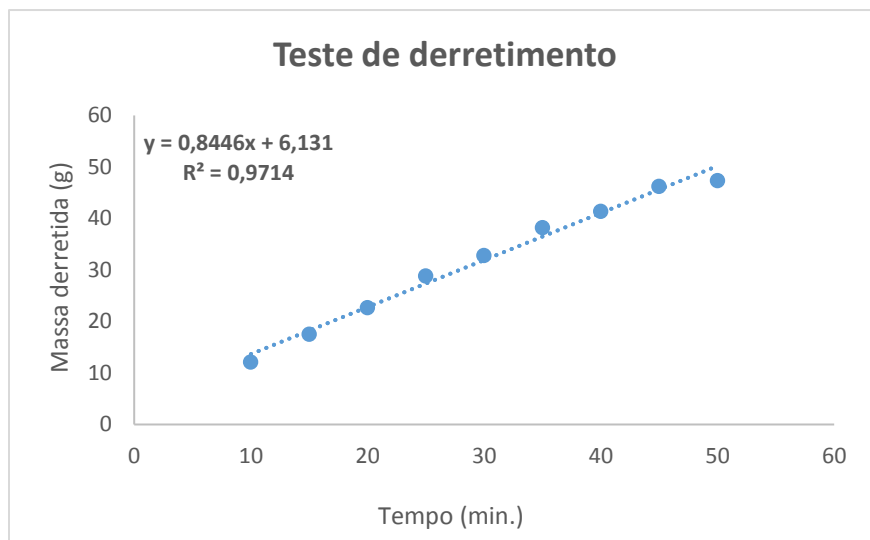
**APÊNDICE A.3** – Desejabilidade considerado menor custo dos sorvetes de camu-camu.



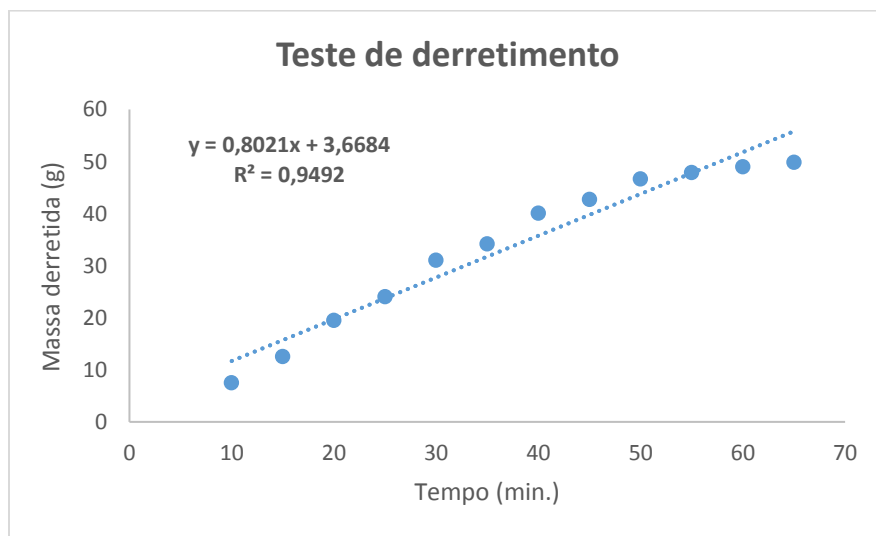
## APÊNDICE B

### Tempo de derretimento dos sorvetes de camu-camu

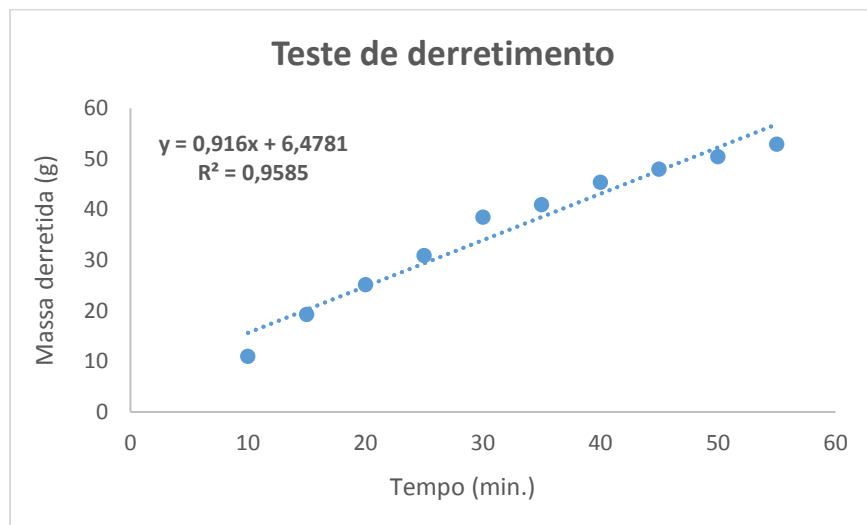
**APÊNDICE B.1** Derretimento a 20°C do sorvete elaborados com 20% de polpa de camu-camu, 14% de açúcar e 16% de ESD (S1) ao longo do tempo.



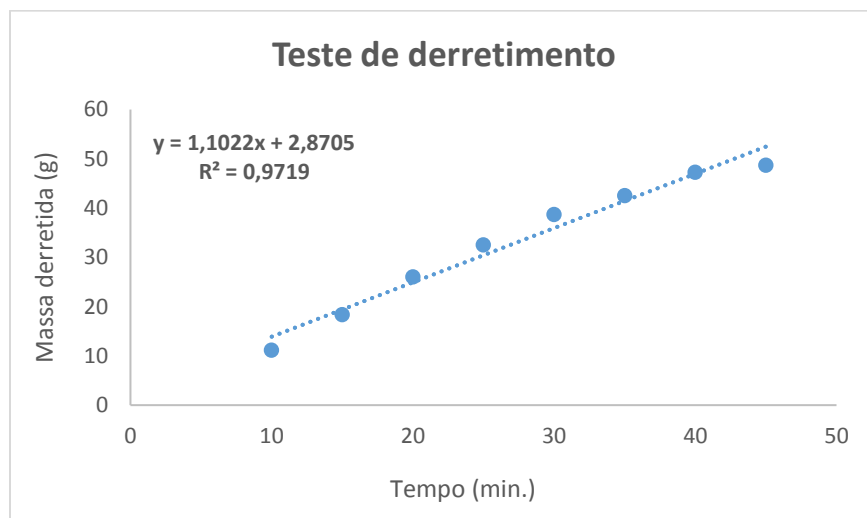
**APÊNDICE B.2** Derretimento a 20°C do sorvete elaborados com 26% de polpa de camu-camu, 12% de açúcar e 12% de ESD (S2) ao longo do tempo.



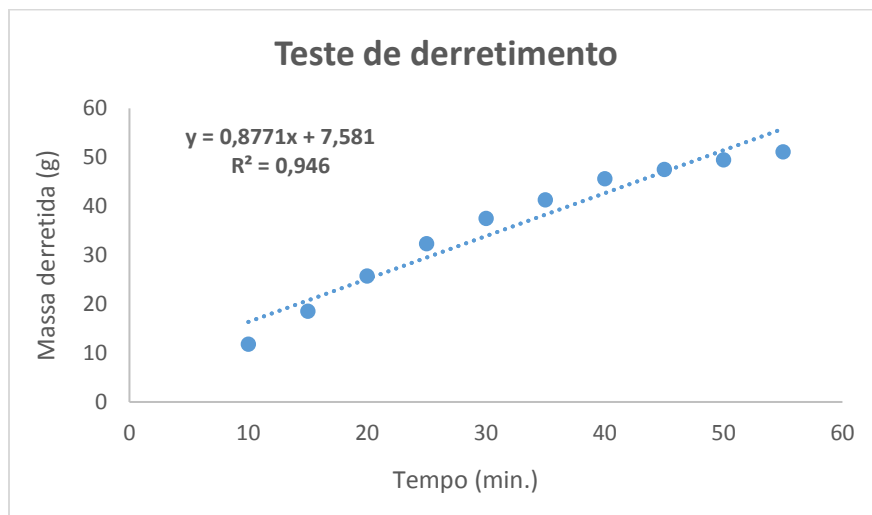
**APÊNDICE B.3** Derretimento a 20°C do sorvete elaborados com 24% de polpa de camu-camu, 14% de açúcar e 12% de ESD (S3) ao longo do tempo.



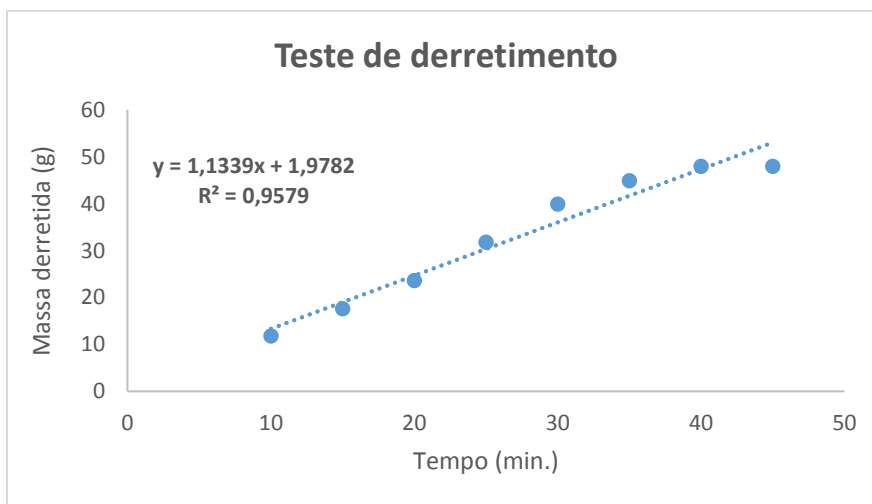
**APÊNDICE B.4** Derretimento a 20°C do sorvete elaborados com 22% de polpa de camu-camu, 12% de açúcar e 16% de ESD (S4) ao longo do tempo.



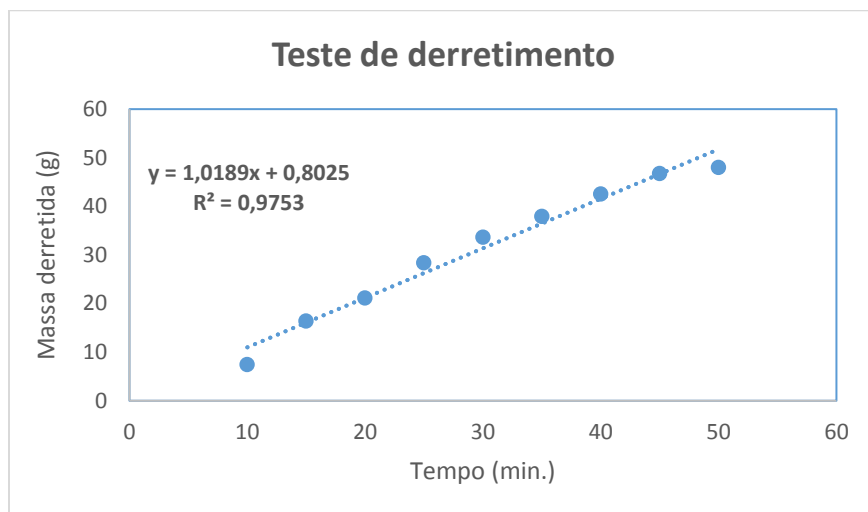
**APÊNDICE B.5** Derretimento a 20°C do sorvete elaborados com 24% de polpa de camu-camu, 12% de açúcar e 14% de ESD (S5) ao longo do tempo.



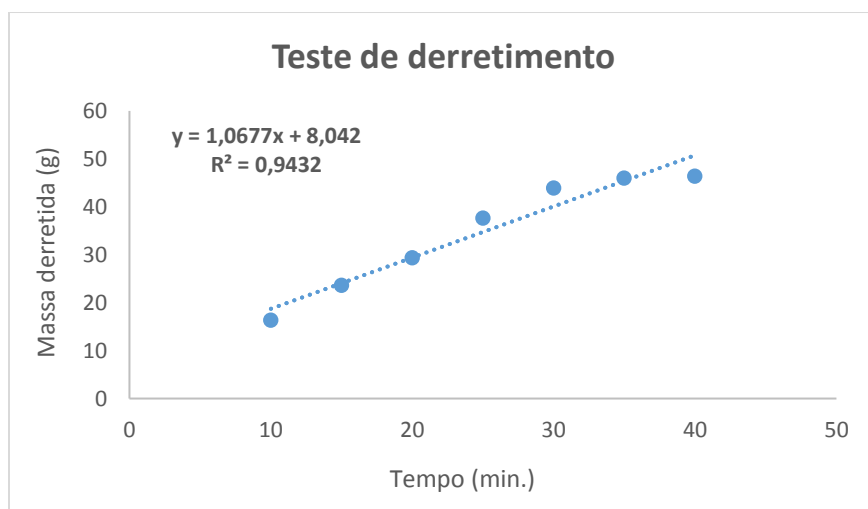
**APÊNDICE B.6** Derretimento a 20°C do sorvete elaborados com 22% de polpa de camu-camu, 14% de açúcar e 14% de ESD (S6) ao longo do tempo.



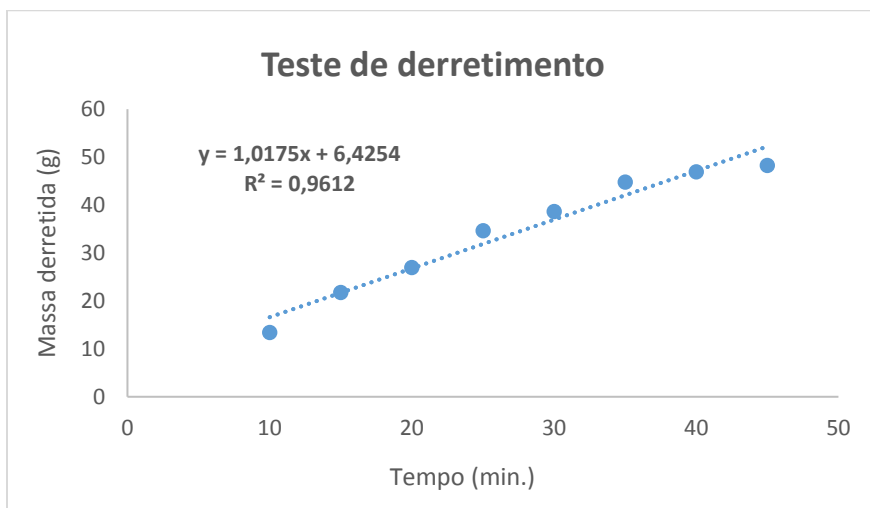
**APÊNDICE B.7** Derretimento a 20°C do sorvete elaborados com 25% de polpa de camu-camu, 13% de açúcar e 12% de ESD (S7) ao longo do tempo.



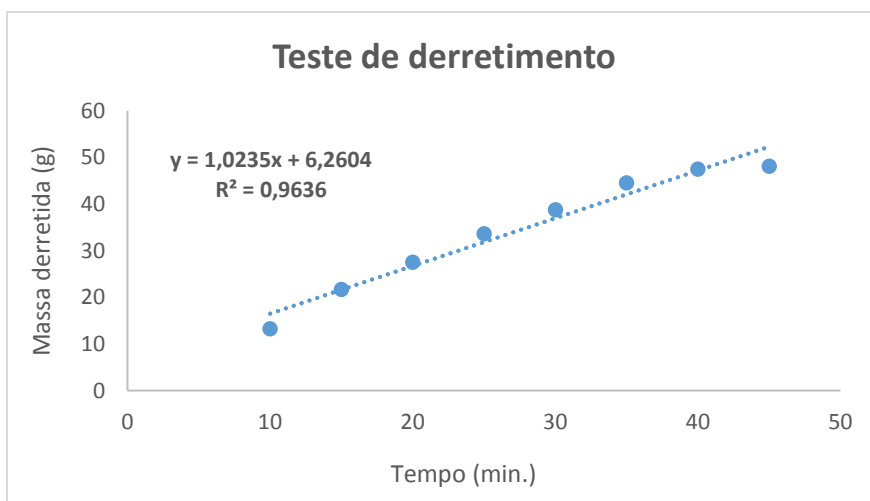
**APÊNDICE B.8** Derretimento a 20°C do sorvete elaborados com 21% de polpa de camu-camu, 13% de açúcar e 16% de ESD (S8) ao longo do tempo.



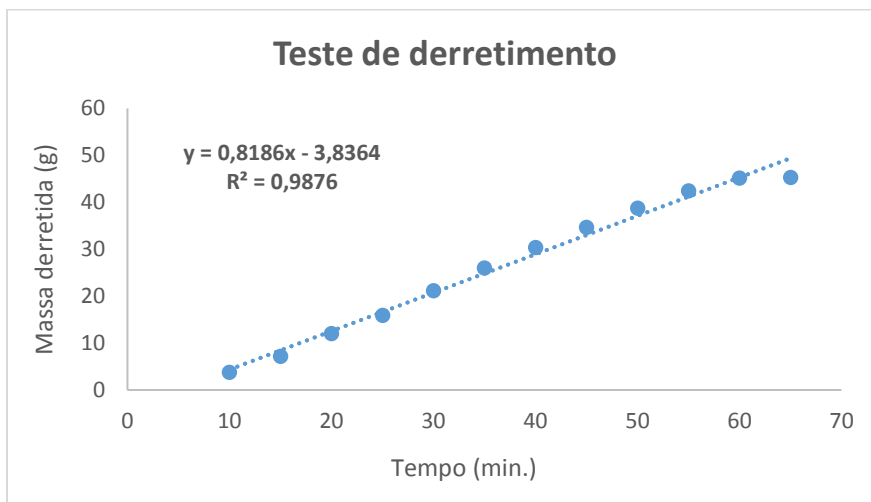
**APÊNDICE B.9** Derretimento a 20°C do sorvete elaborados com 23% de polpa de camu-camu, 13% de açúcar e 14% de ESD (S9) ao longo do tempo.



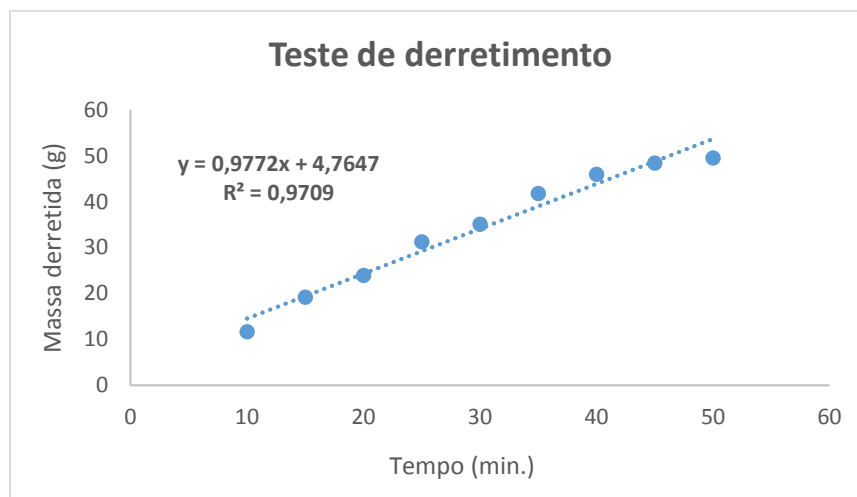
**APÊNDICE B.10** Derretimento a 20°C do sorvete elaborados com 23% de polpa de camu-camu, 13% de açúcar e 14% de ESD (S10) ao longo do tempo.



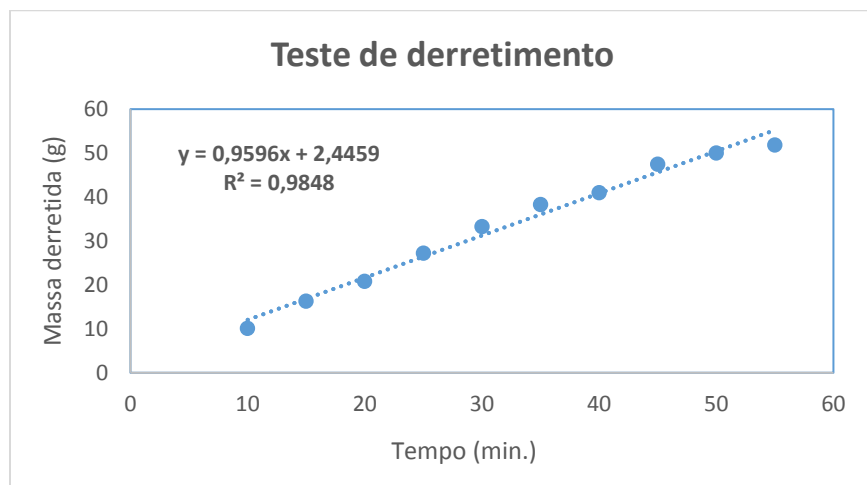
**APÊNDICE B.11** Derretimento a 20°C do sorvete escolhido elaborados com 26% de polpa de camu-camu, 12% de açúcar e 12% de ESD (S11) ao longo do tempo.



**APÊNDICE B.12** Derretimento a 20°C do sorvete escolhido elaborados com 20% de polpa de camu-camu, 14% de açúcar e 16% de ESD (S12) ao longo do tempo.



**APÊNDICE B.13** Derretimento a 20°C do sorvete escolhido elaborados com 24% de polpa de camu-camu, 14% de açúcar e 12% de ESD (S13) ao longo do tempo.



## **ANEXOS**

## ANEXO A

Certificado de apresentação para apreciação ética.

UNIVERSIDADE  
TECNOLÓGICA FEDERAL DO



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE SORVETE PRODUZIDO DA POLPA DE CAMU-CAMU

**Pesquisador:** Marly Sayuri Katsuda

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 90720018.8.0000.5547

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.703.477

#### Apresentação do Projeto:

De acordo com o pesquisador, segundo a Secretaria de Vigilância Sanitária, do Ministério da Saúde ANVISA (BRASIL, 1999), na Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999, definem sorvetes de leite aqueles que são os produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos, podendo ser adicionados de outros ingredientes alimentares. A adição de novos ingredientes ao sorvete com propriedades nutracêuticas, como é o caso de polpas de frutas, torna este alimento ainda mais atrativo ao consumidor. A indústria de alimentos e o varejo tem interesse no desenvolvimento de sorvetes à base de leite ou água com alto valor nutritivo e de baixo valor calórico, uma vez que há um crescente interesse por alimentos que promovam melhor qualidade de vida. Assim, novas opções de alimentos com sabores, texturas, formas e até com a aplicação de diferentes processos tecnológicos são altamente relevantes para o mercado brasileiro (GRANGER et al., 2005). O desenvolvimento de um sorvete deve atender a aceitação do consumidor, com parâmetros de qualidade sensorial como sabor agradável e delicado, textura macia, propriedades reológicas moderadas; derretimento lento sem separações de fases, além de outros parâmetros (BARBOZA; FREITAS; WASZCZYNSKYJ, 2003). Segundo Goff (1997), os atributos mais importantes de sorvetes para a percepção dos consumidores são, sabor e a textura, e a sua estrutura e propriedades reológicas depende dos ingredientes das formulações, além de contribuir grandemente com as propriedades químicas, físicas e a funcionalidade do produto final (MARSHALL, 2003). Uma dessas inovações é a adição de polpas de frutas exóticas, as quais

**Endereço:** SETE DE SETEMBRO 3165

**Bairro:** CENTRO

**CEP:** 80.230-901

**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**Telefone:** (41)3310-4494

**E-mail:** coep@utfpr.edu.br

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4494

E-mail: coep@utfpr.edu.br

Página 01 de 06

UNIVERSIDADE  
TECNOLÓGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 2.703.477

Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	14:00:21	CURTI	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.pdf	28/04/2018 13:58:00	JESSIKA MENCK CURTI	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CURITIBA, 09 de Junho de 2018

---

Assinado por:  
Frieda Saicla Barros  
(Coordenador)

## ANEXO B

Questionário aplicado para avaliação sensorial do sorvete com adição da polpa de Camu-camu

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

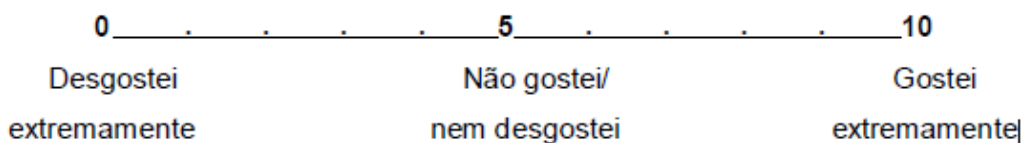
Sexo: ( ) Feminino ( ) Masculino

Faixa etária: ( ) 18 a 27 anos; ( ) 28 a 40 anos; ( ) 41 a 59 anos; ( ) mais que 60 anos.

Frequência de consumo de sorvete:

( ) 1 vez ao mês; ( ) 2 vezes ao mês; ( ) 1 vez por semana; ( ) 2 vezes por semana; ( ) \_\_\_\_\_ dias da semana.

1. Você está recebendo uma amostra de sorvete à base de polpa de camu-camu. Por favor, avalie essa amostra, utilizando a escala a baixo, o quanto você gostou ou desgostou da aparência, aroma, sabor, textura e impressão global.



Amostra (código)	Impressão global	Aroma	Aparência	Cor	Sabor	Textura

Comentários: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## ANEXO C

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

#### “Caracterização física-química e sensorial de sorvete produzido da polpa de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh)”

**Pesquisadora, com endereços e telefones:** Jéssika Menck Curti, telefone de contato: (043) 9 9690-2546 (Claro), End: Avenida dos Pioneiros, n.3131. Londrina – Paraná.

**Outro pesquisador:** Prof<sup>a</sup> Dra. Marly Sayuri Katsuda, telefone de contato: (043) 99610-1720, Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Wilma Aparecida Spinosa, telefone de contato: (018) 99662-8315. Endereço: Av. dos Pioneiros, 3131. Londrina, Paraná.

**Local de realização da pesquisa:** Universidade Tecnológica Federal do Paraná - câmpus Londrina.

**Endereço, telefone do local:** Av. dos Pioneiros, 3131; Jardim Morumbi, Londrina-PR, Fone: (043) 3315 6153.

#### A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

Você está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa para avaliação sensorial de sorvete com adição da polpa de camu-camu. Cada formulação do sorvete poderá conter variadas proporções de polpa de camu-camu (20 a 26%), açúcar (12 a 16%) e sólidos desengordurados lácteos (12 a 18%) analisadas previamente quanto as suas características físico-químicas e microbiológicas.

##### 1. Apresentação da pesquisa

O sorvete é um produto alimentício que vem crescendo comercialmente no país, obtido a partir da mistura dos ingredientes, leite integral, leite em pó, açúcar, aromatizantes, saborizantes, água, emulsificante e estabilizante. O sorvete será formulado segundo a Secretaria de Vigilância Sanitária, do Ministério da Saúde ANVISA (BRASIL, 2003), RDC nº 267, de 25 de setembro de 2003. O sorvete será adicionado de polpa de fruta camu-camu, uma fruta nativa do norte do país com propriedades antioxidantes, com considerável teor de vitamina C, carotenoides, potássio, cálcio e zinco. Essa fruta tem sido utilizada pela população da região amazônica, em forma de sucos, picolés, geleias, doces, licores e sobremesas. A adição desta polpa de fruta visa aumentar o valor nutricional de sorvetes de base leite.

##### 2. Objetivos da pesquisa.

O objetivo deste trabalho é desenvolver e otimizar um sorvete à base de camu-camu, avaliando o efeito da concentração da polpa de camu-camu, açúcar e extrato seco desengordurado lácteo na aceitação sensorial, através do delineamento de mistura.

##### 3. Participação na pesquisa.

Sua participação tem a finalidade de avaliar o impacto nas características sensoriais do sorvete com adição da polpa de camu-camu. Ao comprovar a segurança composicional e microbiológica de cada formulação, as 3 amostras serão apresentadas de forma monádica, acondicionadas em copos de poliestireno descartáveis de 50 mL devidamente codificada com 3 dígitos numéricos com colher de plástico descartável sob temperatura de -10°C. Após provar a amostra, você poderá atribuir notas relativas aos atributos impressão global, aparência, aroma, cor, sabor e textura dentro da escala hedônica de 9 pontos estruturada, cujos extremos são ancorados pelos termos hedônicos desgostei extremamente (1) e gostei

extremamente (9). E ainda, incluir comentários das características do produto que o (a) agradou ou desagradou.

#### **4. Confidencialidade.**

Asseguro manter o sigilo dos seus dados pessoais, fazendo uso da sua participação para a avaliação científica e possível publicação deste trabalho, dentro dos princípios éticos que devem nortear a pesquisa e na nossa profissão. As informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e a publicação deste trabalho serão tratados com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a identidade do avaliador.

#### **5. Desconfortos, Riscos e Benefícios.**

**5a) Desconfortos e ou Riscos:** A análise sensorial será realizada após laudo da análise microbiológica para garantir a segurança alimentar do produto, no entanto existe um risco mínimo de que o avaliador não goste do produto. Neste caso, o avaliador poderá rejeitar o produto sem constrangimento e não necessita preencher a ficha de avaliação caso não deseje. Os avaliadores que rejeitarem o produto e não quiserem julgar poderão interromper a análise e anunciar aos pesquisadores responsáveis que deseja se retirar da pesquisa. O camu-camu é uma fruta de gosto ácido, e pode contribuir com a sensação adstringente no sorvete, o que pode levar à rejeição do produto por avaliadores com maior sensibilidade ou que não estão acostumados em consumir frutas nativas. Serão oferecidas as providências e cautelas necessárias para evitar o constrangimento e efeitos adversos ao avaliador em relação ao sabor, cheiro e aparência do produto. No caso de desconforto, mal-estar ou reação indesejável será acionado o SAMU local, se necessário.

**5b) Benefícios:** Não há benefício direto ao participante da pesquisa. Mas, a partir deste estudo espera-se obter um produto voltado para um público de consumidores de sorvete, que procuram atribuir com melhores características sensoriais agradáveis, além de obter um benefício a saúde por estar consumindo um produto rico em antioxidantes.

#### **6. Critérios de inclusão e exclusão.**

**6a) Inclusão:** O participante deverá ter idade superior a 18 anos, poderão ser de ambos os gêneros e de qualquer classe social, e preferencialmente consumidores de sorvete e que apreciem este produto adicionado de frutas. Poderão compor entre os participantes: acadêmicos, docentes, funcionários administrativos e terceirizados da UTFPR câmpus Londrina.

**6b) Exclusão:** Os participantes que apresentarem intolerância à lactose, alergia alimentar de ovo, ao leite bovino ou intolerantes/alergênicos aos ingredientes derivados do leite (que contém: leite bovino) não poderão participar da pesquisa. Indivíduos que estejam com algum tipo de problema de saúde, diabéticos, (doenças crônicas, tabagismo, etc) que possa prejudicar a sua percepção sensorial e que possa interferir na análise sensorial do produto (gripes e/ou resfriados e/ou rinite alérgica e/ou uso de aparelhos que afetem percepção sensorial).

#### **7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.**

Você poderá desistir de participar a qualquer momento sem prejuízo à sua pessoa ou retaliação pela sua decisão. Caso ocorra alguma dúvida acerca do produto ou necessite de mais informações sobre o projeto, o pesquisador responsável estará presente a todo o momento para esclarecimentos. O participante poderá solicitar o resultado da pesquisa, com a opção de tomar ou não conhecimento dessa informação preenchendo a alternativa: Você pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse:

( ) Quero receber os resultados da pesquisa (e-mail para envio: \_\_\_\_\_);  
( ) Não quero receber os resultados da pesquisa.

#### **8. Ressarcimento ou indenização.**

A sua participação não implicará em gastos tampouco receberá remuneração financeira. Em caso de algum dano à sua saúde devido a sua participação no estudo, a indenização fica garantida de acordo com a Resolução n. 466 de 2012.

#### **A) ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:**

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: (41) 3310-4494, e-mail: coep@utfpr.edu.br.

#### **B) CONSENTIMENTO**

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo. Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome completo: \_\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_ Data de Nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

CEP: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Eu, Jéssika Menck Curti declaro ter apresentado o estudo explicando seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura pesquisador (ou representante): \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Jéssika Menck Curti (pesquisadora), via e-mail: jessikamenck@hotmail.com ou pelo telefone (43) 99690-2546.

**OBS: este documento deve conter duas vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao participante da pesquisa.**