



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENG. AGRÍCOLA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**



**TESE DE DOUTORADO**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO**

**PROCESSAMENTO E ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS**

**OBTENÇÃO DE UMBU-CAJÁ EM PÓ PELO PROCESSO DE LIOFILIZAÇÃO E  
SUA UTILIZAÇÃO NO PROCESSAMENTO DE SORVETES PREBIÓTICOS**

**DYEGO DA COSTA SANTOS**

**CAMPINA GRANDE - PB**

**FEVEREIRO - 2016**

**OBTENÇÃO DE UMBU-CAJÁ EM PÓ PELO PROCESSO DE LIOFILIZAÇÃO E  
SUA UTILIZAÇÃO NO PROCESSAMENTO DE SORVETES PREBIÓTICOS**

**DYEGO DA COSTA SANTOS**

**Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas**

**Orientadores: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Ana Paula Trindade Rocha  
Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Josivanda Palmeira Gomes**

**CAMPINA GRANDE - PB  
FEVEREIRO - 2016**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- S237o Santos, Dyego da Costa.  
Obtenção de umbu-cajá em pó pelo processo de liofilização e sua utilização no processamento de sorvetes prebióticos / Dyego da Costa Santos. – Campina Grande, 2016.  
278 f.: il. color.
- Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.  
"Orientação: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Ana Paula Trindade Rocha, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Josivanda Palmeira Gomes"
- Referências.
1. Spondias spp. (umbu-cajá).
  2. Secagem.
  3. Armazenamento.
  4. Gelado comestível. III. Título.

CDU 631.563 (043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



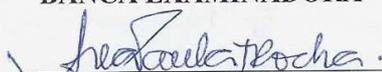
PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE

DYEGO DA COSTA SANTOS

OBTENÇÃO DE UMBU-CAJÁ EM PÓ PELO PROCESSO DE LIOFILIZAÇÃO E  
SUA UTILIZAÇÃO NO PROCESSAMENTO DE SORVETES PREBIÓTICOS

BANCA EXAMINADORA

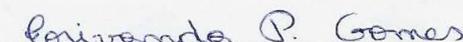
PARECER



APROVADO

**Dr.<sup>a</sup> Ana Paula Trindade Rocha**

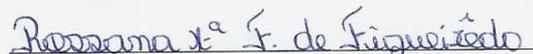
Orientadora - UAELi/UFCCG



APROVADO

**Dr.<sup>a</sup> Josivanda Palmeira Gomes**

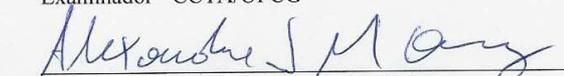
Orientadora - UAEL/UFCCG



Aprovado

**Dr.<sup>a</sup> Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo**

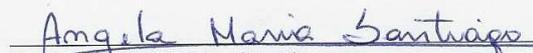
Examinador - CCTA/UFCCG



APROVADO

**Dr. Alexandre José de Melo Queiroz**

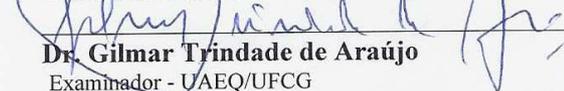
Examinador - UAEL/UFCCG



APROVADO

**Dr.<sup>a</sup> Angela Maria Santiago**

Examinadora - UEPB



APROVADO

**Dr. Gilmar Trindade de Araújo**

Examinador - UAEL/UFCCG

FEVEREIRO DE 2016

*Ao amigo Espírito Santo:*

*Aquele que intercede por mim  
continuamente diante do trono de*

*Deus!*

*Dedico e Ofereço*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por estar comigo em todos os momentos, cuidando, protegendo e amparado.

Às minhas mães, Irenilda da Costa Santos e Maria Eunice da Costa Santos, pelo amor e atenção.

A meus tios e tias, Lúcia (Nenê), Eurenice (Lili), Eurinete (Lilete), Fátima (Fata), Reginaldo (Chaado), Diassis (Tita) e Francisco (Chico), pelo apoio e confiança.

A meu padrasto, Jairo Pereira dos Anjos, pela torcida e atenção.

A meu irmão, Maycon da Costa Santos, pela amizade.

A Marco Ortelli, por ter contribuído, mesmo indiretamente, na realização deste trabalho.

A todos os meus primos e primas e demais familiares, por estarem sempre presentes.

As minhas orientadoras, Dra. Ana Paula Trindade Rocha e Dra. Josivanda Palmeira Gomes, pela presença, atenção sempre prestada, conselhos constantes, ensinamentos e amizade construída. Sem vocês tudo teria se tornado mais difícil.

Aos professores Dra. Rossana M. F. de Figueirêdo, Dr. Alexandre J. de M. Queiroz, Dra. Ângela M. Santiago e Dr. Gilmar T. de Araújo pela participação na banca examinadora e pelas sugestões para melhoria deste trabalho.

A todos os professores e funcionários do LAPP/UAEA/UFCEG, pelos ensinamentos e colaboração.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, ajudaram-me na realização deste estudo, em especial a Esther Albuquerque, Emanuel Neto Oliveira, Joabis Martins, Jemima Lisbôa, Maria José Silva, Marcela Oliveira, Regilane Marques, Cícera Lisbôa, Daniela Leite, Dyalla Feitosa, Juliana Brito, Arali Oliveira, Regina Garcia e Silvana Oliveira.

*A todos, o meu muito obrigado!*

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>xviii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xix</b>
<b>1 - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 - Objetivo geral.....	3
1.1.1 - Objetivos específicos.....	3
<b>2 - REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
2.1 - Umbu-cajá .....	4
2.2 - Liofilização.....	6
2.2.1 - Aditivos de secagem.....	8
2.3 - Leite de cabra .....	9
2.4 - Sorvetes .....	12
2.5 - Alimentos funcionais .....	16
2.6 - Armazenamento .....	19
<b>3 - MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
3.1 - Local de realização dos experimentos.....	22
3.2 - Matérias-primas.....	22
3.2.1 - Análises físicas do umbu-cajá .....	22
3.2.1.1 - Massa individual .....	22
3.2.1.2 - Diâmetros .....	23
3.2.1.3 - Cor.....	23
3.3 - Processamento da polpa de umbu-cajá .....	23
3.3.1 - Caracterização física, química e físico-química da polpa .....	24
3.3.1.1 - Sólidos solúveis totais .....	25
3.3.1.2 - Teor de água e sólidos totais .....	25
3.3.1.3 - pH.....	25
3.3.1.4 - Acidez total titulável .....	25
3.3.1.5 - Relação SST/ATT .....	25
3.3.1.6 - Açúcares redutores em glicose .....	26
3.3.1.7 - Açúcares totais em glicose .....	26
3.3.1.8 - Açúcares não redutores em sacarose .....	26
3.3.1.9 - Ácido ascórbico.....	26
3.3.1.10 - Cinzas .....	26

3.3.1.11 - Proteína bruta .....	26
3.3.1.12 - Lipídeos .....	27
3.3.1.13 - Carboidratos totais .....	27
3.3.1.14 - Pectina .....	27
3.3.1.15 - Valor calórico .....	27
3.3.1.16 - Atividade de água.....	27
3.3.1.17 - Cor.....	27
3.3.1.18 - Índice tecnológico .....	28
3.3.2 - Caracterização microbiológica da polpa .....	28
3.3.2.1 - Coliformes totais .....	28
3.3.2.2 - Coliformes termotolerantes .....	28
3.3.2.3 - Bolores e leveduras .....	28
3.3.2.4 - <i>Salmonella</i> sp. ....	29
3.3.2.5 - <i>Staphylococcus</i> coagulase positivo .....	29
3.3.2.6 - Mesófilos aeróbicos.....	29
3.4 - Elaboração das polpas formuladas para liofilização .....	29
3.4.1 - Caracterização física, química e físico-química das polpas formuladas .....	30
3.5 - Processo de liofilização e obtenção dos pós de umbu-cajá.....	30
3.5.1 - Caracterização física, química e físico-química do umbu-cajá em pó.....	31
3.5.1.1 - Cor.....	31
3.5.1.2 - Molhabilidade .....	32
3.5.1.3 - Solubilidade.....	32
3.5.1.4 - Higroscopicidade.....	33
3.5.1.5 - Densidade aparente .....	33
3.5.1.6 - Densidade compactada.....	33
3.5.1.7 - Densidade real .....	34
3.5.1.8 - Porosidade .....	34
3.5.1.9 - Fator de Hausner e índice de compressibilidade.....	35
3.5.1.10 - Teste de fluidez .....	35
3.5.1.11 - Morfologia das partículas de pó .....	36
3.5.2 - Isotermas de adsorção de água e calor isostérico .....	36
3.5.3 - Armazenamento do umbu-cajá em pó.....	37
3.6 - Processamento dos sorvetes prebióticos .....	38
3.6.1 - Caracterização física, química e físico-química do leite de cabra .....	39

3.6.1.1 - Extrato seco total.....	39
3.6.1.2 - Extrato seco desengordurado .....	39
3.6.1.3 - Gordura .....	40
3.6.1.4 - Acidez em ácido láctico .....	40
3.6.1.5 - Densidade .....	40
3.6.1.6 – Lactose.....	40
3.6.2 - Caracterização física, química e físico-química dos sorvetes .....	40
3.6.2.1 - <i>Overrun</i> .....	41
3.6.2.2 - Teste de derretimento .....	41
3.6.2.3 - Análise do perfil de textura (TPA).....	41
3.6.5 - Análise sensorial dos sorvetes.....	42
3.7 - Análise estatística.....	43
<b>4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>44</b>
4.1 - Caracterização física dos frutos de umbu-cajá.....	44
4.2 - Caracterização física, química e físico-química da polpa de umbu-cajá .....	46
4.3 - Caracterização microbiológica da polpa de umbu-cajá.....	51
4.4 - Caracterização física, química e físico-química da polpa de umbu-cajá formulada.....	53
4.5 - Caracterização física, química e físico-química da polpa de umbu-cajá em pó obtida por liofilização .....	72
4.6 - Isotermas de adsorção de água.....	114
4.7 - Armazenamento da polpa de umbu-cajá em pó .....	123
4.8 - Caracterização física, química e físico-química do leite de cabra .....	144
4.9 - Caracterização física, química e físico-química dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com polpa de umbu-cajá em pó .....	149
4.10 - Caracterização microbiológica dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com polpa de umbu-cajá em pó.....	166
4.11 - Análise sensorial dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com polpa de umbu-cajá em pó.....	169
<b>5 - CONCLUSÕES .....</b>	<b>177</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>178</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>230</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>233</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>241</b>
<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>253</b>

<b>APÊNDICE E</b> .....	<b>262</b>
<b>APÊNDICE F</b> .....	<b>268</b>
<b>APÊNDICE G</b> .....	<b>276</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> - Frutos da umbu-cajazeira.....	5
<b>Figura 3.1</b> - Fluxograma do processamento da polpa de umbu-cajá.....	24
<b>Figura 3.2</b> - Liofilizador utilizado nas secagens.....	31
<b>Figura 3.3</b> - Fluxograma do processamento dos sorvetes prebióticos.....	38
<b>Figura 4.1</b> - Imagens do pó de umbu-cajá obtido a partir da liofilização da polpa formulada com 10% de maltodextrina.....	111
<b>Figura 4.2</b> - Imagens do pó de umbu-cajá obtido a partir da liofilização da polpa formulada com 20% de maltodextrina.....	112
<b>Figura 4.3</b> - Imagens do pó de umbu-cajá obtido a partir da liofilização da polpa formulada com 30% de maltodextrina.....	112
<b>Figura 4.4</b> - Imagens do pó de umbu-cajá obtido a partir da liofilização da polpa formulada com 10% de goma arábica. ....	113
<b>Figura 4.5</b> - Imagens do pó de umbu-cajá obtido a partir da liofilização da polpa formulada com 20% de goma arábica. ....	113
<b>Figura 4.6</b> - Imagens do pó de umbu-cajá obtido a partir da liofilização da polpa formulada com 30% de goma arábica. ....	114
<b>Figura 4.7</b> - Isotermas de adsorção de água na temperatura de 30 °C das polpas de umbu-cajá em pó padrão e formuladas com maltodextrina, com ajustes pelo modelo de GAB. 122	
<b>Figura 4.8</b> - Isotermas de adsorção de água na temperatura de 30 °C das polpas de umbu-cajá em pó padrão e formuladas com goma arábica, com ajustes pelo modelo de GAB.. 122	
<b>Figura 4.9</b> - Índices de aceitabilidade dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá .....	175
<b>Figura 4.10</b> - Distribuição dos provadores pelos valores hedônicos obtidos na avaliação de intenção de compra dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	176
<b>Figura A.1</b> - Ficha de avaliação sensorial dos sorvetes prebióticos elaborados com leite de cabra, inulina e diferentes proporções de umbu-cajá em pó.....	232
<b>Figura D.1</b> - Isotermas de adsorção de água na temperatura de 30 °C das polpas de umbu-cajá em pó padrão e formuladas com maltodextrina, ajustadas pelo modelo de Oswin... 260	
<b>Figura D.2</b> - Isotermas de adsorção de água na temperatura de 30 °C das polpas de umbu-cajá em pó padrão e formuladas com goma arábica, ajustadas pelo modelo de Oswin.... 260	

<b>Figura D.3</b> - Isotermas de adsorção de água na temperatura de 30 °C das polpas de umbu- cajá em pó padrão e formuladas com maltodextrina, ajustadas pelo modelo de Henderson.....	261
<b>Figura D.4</b> - Isotermas de adsorção de água na temperatura de 30 °C das polpas de umbu- cajá em pó padrão e formuladas com goma arábica, ajustadas pelo modelo de Henderson.....	261

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 3.1</b> - Formulações de polpa de umbu-cajá com maltodextrina ou goma arábica destinadas à liofilização.....	30
<b>Tabela 3.2</b> - Modelos matemáticos utilizados para estimar as isotermas de adsorção de água das amostras de umbu-cajá em pó.....	37
<b>Tabela 4.1</b> - Caracterização física dos frutos de umbu-cajá.....	44
<b>Tabela 4.2</b> - Caracterização física, química e físico-química da polpa de umbu-cajá.....	47
<b>Tabela 4.3</b> - Caracterização microbiológica da polpa de umbu-cajá.....	52
<b>Tabela 4.4</b> - Resultados médios dos teores de água (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	54
<b>Tabela 4.5</b> – Resultados médios dos teores de proteínas (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	55
<b>Tabela 4.6</b> – Resultados médios dos teores de lipídeos (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	56
<b>Tabela 4.7</b> – Resultados médios dos teores de cinzas (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	57
<b>Tabela 4.8</b> – Resultados médios dos teores de carboidratos (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	58
<b>Tabela 4.9</b> - Resultados médios dos valores energéticos (kcal/100 g) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	58
<b>Tabela 4.10</b> - Resultados médios dos sólidos solúveis totais (°Brix) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	59
<b>Tabela 4.11</b> - Resultados médios da acidez total titulável (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	60
<b>Tabela 4.12</b> - Resultados médios do pH das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	61
<b>Tabela 4.13</b> - Resultados médios da relação entre os sólidos solúveis totais e a acidez total titulável (SST/ATT) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	62
<b>Tabela 4.14</b> - Resultados médios dos açúcares totais em glicose (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	63
<b>Tabela 4.15</b> - Resultados médios dos açúcares redutores em glicose (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica....	64

<b>Tabela 4.16</b> - Resultados médios dos açúcares não redutores em sacarose (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica	65
<b>Tabela 4.17</b> - Resultados médios do ácido ascórbico (mg/100 g) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	66
<b>Tabela 4.18</b> - Resultados médios das atividades de água das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	67
<b>Tabela 4.19</b> - Resultados médios de luminosidade (L*) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	68
<b>Tabela 4.20</b> - Resultados médios de intensidade de vermelho (+a*) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica .....	69
<b>Tabela 4.21</b> - Resultados médios de intensidade de amarelo (+b*) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	70
<b>Tabela 4.22</b> - Resultados médios do ângulo de tonalidade (h*) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	71
<b>Tabela 4.23</b> - Resultados médios do croma (C*) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	72
<b>Tabela 4.24</b> - Resultados médios dos teores de água (%) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização .....	73
<b>Tabela 4.25</b> - Resultados médios dos teores de proteínas (%) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização .....	74
<b>Tabela 4.26</b> - Resultados médios dos teores de lipídeos (%) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização .....	75
<b>Tabela 4.27</b> - Resultados médios dos teores de cinzas (%) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização .....	77
<b>Tabela 4.28</b> - Resultados médios dos teores de carboidratos (%) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização .....	78
<b>Tabela 4.29</b> - Resultados médios dos valores energéticos (kcal/100 g) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização.....	79
<b>Tabela 4.30</b> - Resultados médios dos sólidos solúveis totais (°Brix) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização.....	80
<b>Tabela 4.31</b> - Resultados médios da acidez total titulável (%) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização .....	81
<b>Tabela 4.32</b> - Resultados médios do pH das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização .....	82

<b>Tabela 4.33</b> - Resultados médios da relação dos sólidos solúveis totais com a acidez total titulável das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização .....	83
<b>Tabela 4.34</b> - Resultados médios dos açúcares totais em glicose (%) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização.....	84
<b>Tabela 4.35</b> - Resultados médios dos açúcares redutores em glicose (%) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização .....	85
<b>Tabela 4.36</b> - Resultados médios dos açúcares não redutores em sacarose (%) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização .....	86
<b>Tabela 4.38</b> - Resultados médios de atividade de água das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização .....	89
<b>Tabela 4.39</b> - Resultados médios da luminosidade (L*) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização .....	90
<b>Tabela 4.40</b> - Resultados médios da intensidade de vermelho (+a*) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização.....	91
<b>Tabela 4.41</b> - Resultados médios da intensidade de amarelo (+b*) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização .....	92
<b>Tabela 4.42</b> - Resultados médios do croma (C*) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização .....	93
<b>Tabela 4.43</b> - Resultados médios do ângulo de tonalidade (h*) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização .....	94
<b>Tabela 4.45</b> - Resultados médios de molhabilidade (mg/s) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização .....	97
<b>Tabela 4.46</b> - Resultados médios de solubilidade (%) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização .....	98
<b>Tabela 4.48</b> - Resultados médios de densidade aparente (g/cm <sup>3</sup> ) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização.....	101
<b>Tabela 4.49</b> - Resultados médios de densidade compactada (g/cm <sup>3</sup> ) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização.....	103
<b>Tabela 4.50</b> - Resultados médios de densidade real (g/cm <sup>3</sup> ) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização .....	104
<b>Tabela 4.51</b> - Resultados médios de porosidade (%) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização .....	105
<b>Tabela 4.52</b> - Resultados médios do fator de Hausner das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização .....	107

<b>Tabela 4.53</b> - Resultados médios do índice de compressibilidade das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização .....	108
<b>Tabela 4.54</b> - Resultados médios do teste de fluidez (°) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização .....	109
<b>Tabela 4.57</b> - Resultados médios dos sólidos totais (%) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais.....	126
<b>Tabela 4.58</b> - Resultados médios da atividade de água das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais.....	127
<b>Tabela 4.59</b> - Resultados médios dos sólidos solúveis totais (°Brix) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais .....	129
<b>Tabela 4.60</b> - Resultados médios da acidez total titulável em ácido cítrico (%) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais .....	130
<b>Tabela 4.61</b> - Resultados médios do pH das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais .....	132
<b>Tabela 4.63</b> - Resultados médios dos açúcares redutores em glicose (%) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais.....	135
<b>Tabela 4.64</b> - Resultados médios do ácido ascórbico (mg/100 g) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais.....	136
<b>Tabela 4.65</b> - Resultados médios da luminosidade (L*) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais.....	138
<b>Tabela 4.66</b> - Resultados médios da intensidade de vermelho (+a*) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais. ....	139
<b>Tabela 4.67</b> - Resultados médios da intensidade de amarelo (+b*) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais.....	141
<b>Tabela 4.68</b> - Resultados médios do ângulo de tonalidade (h*) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais.....	142
<b>Tabela 4.69</b> - Resultados médios do croma (C*) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais.....	143
<b>Tabela 4.72</b> - Resultados médios dos teores de lipídeos, cinzas, carboidratos e valor energético dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá em diferentes concentrações.....	153
<b>Tabela 4.73</b> - Resultados médios da acidez total titulável (ATT), pH, sólidos solúveis totais (SST) e relação SST/ATT dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá em diferentes concentrações .....	156

<b>Tabela 4.75</b> - Resultados médios de ácido ascórbico, teste de derretimento e overrun dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá em diferentes concentrações .....	160
<b>Tabela 4.76</b> - Resultados médios da avaliação colorimétrica dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá em diferentes concentrações .....	163
<b>Tabela 4.77</b> - Resultados médios da análise do perfil de textura (TPA) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá em diferentes concentrações .....	165
<b>Tabela 4.78</b> - Caracterização microbiológica dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá em diferentes concentrações .....	167
<b>Tabela 4.79</b> - Resultados médios da análise sensorial dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá em diferentes concentrações.....	170
<b>Tabela 4.80</b> - Frequências de aceitação, indiferença e rejeição em relação aos atributos sensoriais dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá. ....	174
<b>Tabela B.1</b> - Análise de variância do teor de água (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	234
<b>Tabela B.2</b> - Análise de variância do teor de proteínas (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	234
<b>Tabela B.3</b> - Análise de variância do teor de lipídeos (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	234
<b>Tabela B.4</b> - Análise de variância do teor de cinzas (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	235
<b>Tabela B.5</b> - Análise de variância do teor de carboidratos (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	235
<b>Tabela B.6</b> - Análise de variância do valor energético (kcal/100 g) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica .....	235
<b>Tabela B.7</b> - Análise de variância dos sólidos solúveis totais (°Brix) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica .....	236
<b>Tabela B.8</b> - Análise de variância da acidez total titulável (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	236
<b>Tabela B.9</b> - Análise de variância do pH das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	236
<b>Tabela B.10</b> - Análise de variância da relação SST/ATT das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	237

<b>Tabela B.11</b> - Análise de variância dos teores de açúcares totais (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica .....	237
<b>Tabela B.12</b> - Análise de variância dos teores de açúcares redutores (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica..	237
<b>Tabela B.13</b> - Análise de variância dos teores de açúcares não redutores (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica..	238
<b>Tabela B.14</b> - Análise de variância dos teores de ácido ascórbico (mg/100 g) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica..	238
<b>Tabela B.15</b> - Análise de variância da atividade de água das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	238
<b>Tabela B.16</b> - Análise de variância da luminosidade (L*) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	239
<b>Tabela B.17</b> - Análise de variância da intensidade de vermelho (+a*) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica .....	239
<b>Tabela B.18</b> - Análise de variância da intensidade de amarelo (+b*) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica .....	239
<b>Tabela B.19</b> - Análise de variância do ângulo de tonalidade (h*) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	240
<b>Tabela B.20</b> - Análise de variância do croma (C*) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica.....	240
<b>Tabela C.1</b> - Análise de variância do teor de água (%) das polpas de umbu-cajá em pó.	242
<b>Tabela C.2</b> - Análise de variância do teor de proteínas (%) das polpas de umbu-cajá em pó .....	242
<b>Tabela C.3</b> - Análise de variância do teor de lipídeos (%) das polpas de umbu-cajá em pó .....	242
<b>Tabela C.4</b> - Análise de variância do teor de cinzas (%) das polpas de umbu-cajá em pó .....	243
<b>Tabela C.5</b> - Análise de variância do teor de carboidratos (%) das polpas de umbu-cajá em pó .....	243
<b>Tabela C.6</b> - Análise de variância do valor energético (kcal/100 g) das polpas de umbu-cajá em pó.....	243
<b>Tabela C.7</b> - Análise de variância dos sólidos solúveis totais (°Brix) das polpas de umbu-cajá em pó.....	244

<b>Tabela C.8</b> - Análise de variância da acidez total titulável (%) das polpas de umbu-cajá em pó .....	244
<b>Tabela C.9</b> - Análise de variância do pH das polpas de umbu-cajá em pó .....	244
<b>Tabela C.10</b> - Análise de variância da relação SST/ATT das polpas de umbu-cajá em pó .....	245
<b>Tabela C.11</b> - Análise de variância dos açúcares totais (%) das polpas de umbu-cajá em pó .....	245
<b>Tabela C.12</b> - Análise de variância dos açúcares redutores (%) das polpas de umbu-cajá em pó .....	245
<b>Tabela C.13</b> - Análise de variância dos açúcares não redutores (%) das polpas de umbu-cajá em pó .....	246
<b>Tabela C.14</b> - Análise de variância dos teores de ácido ascórbico (mg/100 g) das polpas de umbu-cajá em pó .....	246
<b>Tabela C.15</b> - Análise de variância da atividade de água das polpas de umbu-cajá em pó .....	246
<b>Tabela C.16</b> - Análise de variância da luminosidade (L*) das polpas de umbu-cajá em pó .....	247
<b>Tabela C.17</b> - Análise de variância de intensidade de vermelho (+a*) das polpas de umbu-cajá em pó .....	247
<b>Tabela C.18</b> - Análise de variância de intensidade de amarelo (+b*) das polpas de umbu-cajá em pó .....	247
<b>Tabela C.19</b> - Análise de variância do ângulo de tonalidade (h*) das polpas de umbu-cajá em pó .....	248
<b>Tabela C.20</b> - Análise de variância do croma (C*) das polpas de umbu-cajá em pó .....	248
<b>Tabela C.21</b> - Análise de variância da diferença total de cor ( $\Delta E^*$ ) das polpas de umbu-cajá em pó .....	248
<b>Tabela C.22</b> - Análise de variância da molhabilidade (mg/s) das polpas de umbu-cajá em pó .....	249
<b>Tabela C.23</b> - Análise de variância da solubilidade (%) das polpas de umbu-cajá em pó .....	249
<b>Tabela C.24</b> - Análise de variância da higroscopicidade (%) das polpas de umbu-cajá em pó .....	249
<b>Tabela C.25</b> - Análise de variância da densidade aparente ( $\text{g/cm}^3$ ) das polpas de umbu-cajá em pó .....	250

<b>Tabela C.26</b> - Análise de variância da densidade compactada ( $\text{g/cm}^3$ ) das polpas de umbu-cajá em pó.....	250
<b>Tabela C.27</b> - Análise de variância da densidade real ( $\text{g/cm}^3$ ) das polpas de umbu-cajá em pó .....	250
<b>Tabela C.28</b> - Análise de variância da porosidade (%) das polpas de umbu-cajá em pó.	251
<b>Tabela C.29</b> - Análise de variância do fator de Hausner das polpas de umbu-cajá em pó .....	251
<b>Tabela C.30</b> - Análise de variância do índice de compressibilidade das polpas de umbu-cajá em pó.....	251
<b>Tabela C.31</b> - Análise de variância do teste de fluidez das polpas de umbu-cajá em pó.	252
<b>Tabela D.1</b> - Valores médios dos teores de água de equilíbrio na temperatura de 30 °C da polpa de umbu-cajá em pó sem adições .....	254
<b>Tabela D.2</b> - Valores médios dos teores de água de equilíbrio na temperatura de 30 °C da polpa de umbu-cajá formulada com 10% de maltodextrina.....	255
<b>Tabela D.3</b> - Valores médios dos teores de água de equilíbrio na temperatura de 30 °C da polpa de umbu-cajá formulada com 20% de maltodextrina.....	256
<b>Tabela D.4</b> - Valores médios dos teores de água de equilíbrio na temperatura de 30 °C da polpa de umbu-cajá formulada com 30% de maltodextrina.....	257
<b>Tabela D.5</b> - Valores médios dos teores de água de equilíbrio na temperatura de 30 °C da polpa de umbu-cajá formulada com 10% de goma arábica.....	258
<b>Tabela D.6</b> - Valores médios dos teores de água de equilíbrio na temperatura de 30 °C da polpa de umbu-cajá formulada com 20% de goma arábica.....	258
<b>Tabela D.7</b> - Valores médios dos teores de água de equilíbrio na temperatura de 30 °C da polpa de umbu-cajá formulada com 30% de goma arábica.....	259
<b>Tabela E.1</b> - Análise de variância do teor de água (%) das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais.....	263
<b>Tabela E.2</b> - Análise de variância dos sólidos totais (%) das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais.....	263
<b>Tabela E.3</b> - Análise de variância da atividade de água das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais.....	263
<b>Tabela E.4</b> - Análise de variância dos sólidos solúveis totais (°Brix) das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais .....	264
<b>Tabela E.5</b> - Análise de variância da acidez total titulável (%) das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais.....	264

<b>Tabela E.6</b> - Análise de variância do pH das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais.....	264
<b>Tabela E.7</b> - Análise de variância da relação SST/ATT das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais.....	265
<b>Tabela E.8</b> - Análise de variância dos açúcares redutores (%) das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais.....	265
<b>Tabela E.9</b> - Análise de variância do ácido ascórbico (mg/100 g) das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais.....	265
<b>Tabela E.10</b> - Análise de variância da luminosidade (L*) das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais.....	266
<b>Tabela E.11</b> - Análise de variância da intensidade de vermelho (+a*) das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais .....	266
<b>Tabela E.12</b> - Análise de variância da intensidade de amarelo (+b*) das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais .....	266
<b>Tabela E.13</b> - Análise de variância do ângulo de tonalidade (h*) das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais.....	267
<b>Tabela E.14</b> - Análise de variância do croma (C*) das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais.....	267
<b>Tabela F.1</b> - Análise de variância do teor de água (%) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	269
<b>Tabela F.2</b> - Análise de variância dos sólidos totais (%) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá .....	269
<b>Tabela F.3</b> - Análise de variância da atividade de água (aw) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá .....	269
<b>Tabela F.4</b> - Análise de variância do teor de proteínas (%) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá .....	269
<b>Tabela F.5</b> - Análise de variância do teor de lipídeos (%) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá .....	270
<b>Tabela F.6</b> - Análise de variância do teor de cinzas (%) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	270
<b>Tabela F.7</b> - Análise de variância do teor de carboidratos (%) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá .....	270
<b>Tabela F.8</b> - Análise de variância do valor energético (kcal/100 g) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	270

<b>Tabela F.9</b> - Análise de variância da acidez total titulável (%) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá .....	271
<b>Tabela F.10</b> - Análise de variância do pH dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	271
<b>Tabela F.11</b> - Análise de variância dos sólidos solúveis totais (°Brix) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	271
<b>Tabela F.12</b> - Análise de variância da relação SST/ATT dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá .....	271
<b>Tabela F.13</b> - Análise de variância dos açúcares totais (%) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá .....	272
<b>Tabela F.14</b> - Análise de variância dos açúcares redutores (%) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá .....	272
<b>Tabela F.15</b> - Análise de variância dos açúcares não redutores (%) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	272
<b>Tabela F.16</b> - Análise de variância do ácido ascórbico (mg/100 g) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	272
<b>Tabela F.17</b> - Análise de variância do teste de derretimento (min) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	273
<b>Tabela F.18</b> - Análise de variância do overrun (%) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	273
<b>Tabela F.19</b> - Análise de variância da luminosidade (L*) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá .....	273
<b>Tabela F.20</b> - Análise de variância da intensidade de vermelho (+a*) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	273
<b>Tabela F.21</b> - Análise de variância da intensidade de amarelo (+b*) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	274
<b>Tabela F.22</b> - Análise de variância do ângulo de tonalidade (h*) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	274
<b>Tabela F.23</b> - Análise de variância do croma (C*) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	274
<b>Tabela F.24</b> - Análise de variância da dureza (N) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	274
<b>Tabela F.25</b> - Análise de variância da adesividade (N/s) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá .....	275

<b>Tabela F.26</b> - Análise de variância da elasticidade dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	275
<b>Tabela F.27</b> - Análise de variância da gomosidade (N) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	275
<b>Tabela F.28</b> - Análise de variância da mastigabilidade (N) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	275
<b>Tabela G.1</b> - Análise de variância do atributo sensorial de cor dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	277
<b>Tabela G.2</b> - Análise de variância do atributo sensorial de aparência dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	277
<b>Tabela G.3</b> - Análise de variância do atributo sensorial de odor dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	277
<b>Tabela G.4</b> - Análise de variância do atributo sensorial de textura dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	277
<b>Tabela G.5</b> - Análise de variância do atributo sensorial de sabor dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	278
<b>Tabela G.6</b> - Análise de variância do atributo sensorial de impressão global dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá.....	278

## RESUMO

O umbu-cajá (*Spondias* spp.) apresenta sabor e odor característicos, sendo muito apreciado principalmente nos locais onde ocorre. Uma alternativa de aumentar a oferta desse fruto a mercados mais distantes dos locais produtores é desidratando-o para obtenção de pó e incorporando-o em formulações de sorvetes. Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi produzir umbu-cajá em pó pelo processo de liofilização, avaliar a estabilidade do pó durante o armazenamento e produzir sorvete prebiótico com leite caprino e pó de umbu-cajá. Foram elaboradas sete formulações de polpa de umbu-cajá adicionadas de maltodextrina e goma guar (0, 10, 20 e 30%). As polpas formuladas foram caracterizadas e liofilizadas em liofilizador de bancada na temperatura de -40 °C por 48 h. Os pós obtidos foram caracterizados e armazenados em embalagens laminadas por 180 dias, em condições ambientais de temperatura (26,42 °C) e umidade relativa (80,8%), com análises de parâmetros físicas, químicas e físico-químicas no tempo inicial e a cada 30 dias de armazenagem. Estudou-se ainda o comportamento higroscópico das polpas em pó na temperatura de 30 °C, para determinação das isotermas de adsorção de água. Os sorvetes caprinos foram processados variando-se as concentrações de umbu-cajá em pó (2, 4, 6, 8 e 10%), resultando em 5 formulações que foram caracterizadas quanto a parâmetros físicos, químicos, físico-químicos, microbiológicos e sensoriais. Observou-se que as polpas de umbu-cajá formuladas e desidratadas tiveram suas características físicas, químicas e físico-químicas alteradas com o aumento da concentração de aditivos. O armazenamento promoveu alterações físicas, químicas e físico-químicas em todas as amostras, com elevação dos teores de água e atividades de água, reduções de ácido ascórbico, açúcares redutores, acidez titulável e sólidos solúveis, com escurecimento e redução da saturação da cor das amostras. As isotermas de adsorção de água foram classificadas como do tipo III e, dentre os modelos matemáticos ajustados aos dados experimentais, o de GAB apresentou os maiores coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e os menores erros médios relativos (P) para a maioria das amostras estudadas. O aumento da concentração de pó de umbu-cajá alterou significativamente as características físicas, químicas e físico-químicas dos sorvetes prebióticos, sendo observada conformidade quanto aos aspectos microbiológicos. Houve melhoria nas características sensoriais dos sorvetes com a elevação dos níveis de umbu-cajá em pó, com a amostra adicionada da maior concentração de pó revelando a maior frequência positiva para a intenção de compra.

**Palavras-chave:** *Spondias* spp., secagem, armazenamento, gelado comestível.

## ABSTRACT

Umbu-caja (*Spondias* spp.) has a characteristic taste and smell, being especially appreciated in places where it grows. Dehydrating this fruit to obtain a powder is an alternative to increase the supply to more distant markets from the production site and then incorporating it into ice cream formulas. In this context, this study aimed at producing umbu-caja powder through the lyophilization process, evaluating the stability of the powder during storage and producing a prebiotic ice cream with goat milk and umbu-caja powder. Seven formulas of umbu-caja pulp added to maltodextrin and guar gum (0, 10, 20 and 30%) were prepared. The formulated pulps were characterized and lyophilized on a bench top lyophilizer at  $-40^{\circ}\text{C}$  for 48 h. The obtained powders were characterized and stored in laminated packages for 180 days under environmental temperature conditions ( $26.42^{\circ}\text{C}$ ) and relative humidity (80.8%), with analysis of physical, chemical and physico-chemical parameters at the baseline and at every 30 days of storage. The hygroscopic behavior of powder pulps was also analyzed at the temperature of  $30^{\circ}\text{C}$  to determine the water adsorption isotherms. Goat milk ice creams were processed by varying the concentrations of umbu-caja powder (2, 4, 6, 8 and 10%), resulting in five formulations that were characterized regarding physical, chemical, physico-chemical, microbiological and sensorial parameters. We observed that the formulated and dehydrated umbu-caja pulps had their physical, chemical and physico-chemical characteristics altered by increasing additive concentrations. Storage promoted physical, chemical and physicochemical alterations to all samples, with increase in water levels and water activities, reductions of ascorbic acid, reducing sugars, titratable acidity and soluble solids, with darkening and reduced color saturation of the samples. Water adsorption isotherms were classified as type III, and among the mathematical models adjusted to the experimental data, the GAB model had the highest coefficients of determination ( $R^2$ ) and the lowest mean relative errors (P) for most of the studied samples. Increased concentrations of umbu-caja powder significantly altered physical, chemical and physico-chemical characteristics of prebiotic ice creams, displaying conformity regarding their microbiological aspects. Improvement in sensory characteristics of the ice cream was found by increasing umbu-caja powder levels; the sample with the highest concentration of added powder had the highest positive purchase intention frequency.

**Keywords:** *Spondias* spp., drying, storage, ice cream.

## 1 - INTRODUÇÃO

A umbu-cajazeira (*Spondias* spp.), considerada um híbrido natural da cajazeira (*S. mombin* L.) e do umbuzeiro (*S. tuberosa* Camara), produz frutos amarelados, de mesocarpo sucoso, aroma e sabor agradáveis e considerável valor nutritivo. Esses frutos geralmente são consumidos nas proximidades das regiões onde ocorre, sendo comercializados na época de safra às margens de rodovias ou em feiras livres. Devido às boas características para processamento, como rendimento em polpa superior a 50% e características sensoriais intermediárias entre o cajá e o umbu, o umbu-cajá apresenta-se como uma boa opção para a agroindústria, podendo ser adicionado em formulações de produtos alimentícios diversos, a exemplo de sucos, néctares e geleias.

A fim de ampliar a oferta e o consumo de umbu-cajá, atingindo mercados mais distantes da região produtora, deve-se considerar a aplicação de métodos de conservação que estendam a sua vida útil, ao passo que também lhe agrega valor. Nesse contexto, a secagem é uma das técnicas de preservação que pode ser utilizada para manter a qualidade pós-colheita do umbu-cajá. De acordo com Marques et al. (2009), a secagem permite a transformação de produtos perecíveis em produtos estabilizados através da redução da atividade de água a nível seguro, evitando assim a deterioração microbiana e reações bioquímicas que poderiam afetar sua qualidade. A facilidade de transporte, armazenamento e manuseio de frutas desidratadas também são fatores importantes que devem ser considerados. Além disso a secagem reduz desperdícios e perdas pós-colheita, mantendo as propriedades sensoriais.

Vários são os métodos de secagem que podem ser aplicados em frutas, como secagem em bandejas, solar, camada de espuma (*foam mat*), atomização (*spray drying*) e liofilização. Este método de secagem, que ocorre sob condições especiais de baixas temperatura e pressão, possibilita que a água no estado sólido (congelada) passe diretamente ao estado gasoso através do processo de sublimação. Pelo fato de utilizar baixas temperaturas, a liofilização preserva melhor os componentes termossensíveis dos alimentos, entretanto, em comparação à outros tipos de secagem, é um processo relativamente caro, apesar de se conseguir obter bons resultados.

Zotarelli et al. (2012) relatam que na liofilização, como a água é removida a partir de um produto congelado, uma estrutura porosa é formada, resultando em um produto desidratado com melhores propriedades quando reidratado. Apesar da natureza higroscópica dos produtos liofilizados ser vantajoso para a reidratação, a adsorção de vapor

de água durante o armazenamento e a distribuição pode se constituir em um sério problema (RHIM et al., 2011), por isso Galmarini et al. (2011) sugerem que, para melhorar a qualidade de frutas liofilizadas, deve-se considerar a utilização de adjuvantes de liofilização, como a maltodextrina com diferentes dextroses equivalente (DE) e a goma arábica. Além de permitir a obtenção de pós menos higroscópicos, esses aditivos podem produzir pós 'soltos', de fácil manuseio e com boa qualidade (MOSQUERA et al., 2012).

A produção de umbu-cajá em pó pelo processo de liofilização disponibilizará no mercado mais uma opção de matéria-prima que poderá ser utilizada na formulação de diversos alimentos, inclusive em sorvetes. Segundo Pintor & Totosaus (2012), esse gelado comestível é um sistema complexo formado por bolhas de ar, cristais de gelo e glóbulos de gordura parcialmente fundidos ou agregados, cercados por açúcares, proteínas, minerais e matriz de água, com cada um dos ingredientes na formulação influenciando nas propriedades do produto.

Opcionalmente, de forma a agregar valor as formulações de sorvetes, pode ser utilizado no processamento o leite de cabra, uma vez que esse apresenta composição química constituída de proteínas de alto valor biológico e ácidos graxos essenciais, além de seu conteúdo mineral e vitamínico, que o qualifica como um alimento de valor nutricional considerável, representando grande importância na alimentação infantil pelas suas características de hipoalergenicidade e digestibilidade (HAENLEIN, 2004). Os prebióticos, como a inulina, são outro ingrediente que deve ter sua adição considerada em sorvetes. Esses são componentes alimentares que conferem benefícios a saúde do hospedeiro, associados à modulação de sua microbiota. Por não ser digerível no trato gastrointestinal superior, a fermentação dos prebióticos no cólon aumentam a biomassa bacteriana dentro do ecossistema colônico, resultando em benefícios, como o alívio da constipação (IZZO & NINESS, 2001)

Não foram encontrados na literatura consultada, estudos relacionados a produção de umbu-cajá em pó pelo processo de liofilização. Também são restritas as pesquisas de elaboração de gelados comestíveis, como sorvetes, utilizando-se leite de cabra e frutas exóticas da região Nordeste do Brasil, fatos estes que motivaram a realização desta pesquisa. Além de ser utilizado em formulações de sorvetes, o pó de umbu-cajá pode ser acrescentado em alimentos diversos de modo a ampliar a oferta de novos produtos a consumidores ansiosos por novidades do setor alimentício.

## 1.1 - Objetivo geral

Produzir umbu-cajá em pó pelo processo de liofilização, avaliar a estabilidade do pó durante o armazenamento e processar sorvetes prebióticos adicionados do pó produzido.

### 1.1.1 - Objetivos específicos

- ✓ Caracterizar a polpa de umbu-cajá integral quanto a parâmetros físicos, químicos, físico-químicos e microbiológicos;
- ✓ Elaborar diferentes formulações compostas de polpa integral de umbu-cajá e diferentes concentrações de maltodextrina (0, 10, 20 e 30%) e goma arábica (0, 10, 20 e 30%) e caracterizar essas formulações quanto aos parâmetros físicos, químicos e físico-químicos;
- ✓ Liofilizar as diferentes formulações de umbu-cajá e caracterizar os pós quanto a parâmetros físicos, químicos e físico-químicos;
- ✓ Determinar as isotermas de adsorção de água dos pós de umbu-cajá na temperatura de 30 °C;
- ✓ Armazenar os produtos em pó acondicionados em embalagens laminadas e avaliar sua estabilidade durante 180 dias de armazenagem em condições ambientais, monitorando-se a qualidade através de análises físicas, químicas e físico-químicas no tempo inicial e a cada 30 dias de estocagem;
- ✓ Elaborar diferentes formulações de sorvetes prebióticos com leite de cabra, variando-se as concentrações de polpa de umbu-cajá em pó nas concentrações de 2, 4, 6, 8 e 10% e caracterizar as amostras quanto aos parâmetros físicos, químicos, físico-químicos e microbiológicos;
- ✓ Realizar análise sensorial nas diferentes formulações de sorvetes.

## 2 - REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 - Umbu-cajá

A vasta extensão territorial e ampla variação climática do Brasil possibilitam a ocorrência de uma das maiores diversidades de espécies frutíferas do mundo. Dentre as regiões brasileiras, a Nordeste produz grande variedade de frutos tropicais, nativos e exóticos (SACRAMENTO & SOUSA, 2000). Essa região é conhecida pela produção em larga escala de diversas frutas devido às condições favoráveis de cultivo, tais como temperaturas mais elevadas, o efeito da luz e a umidade adequada (NARAIN et al., 2007). Dentre as espécies frutíferas de ocorrência no Nordeste do Brasil destacam-se as pertencentes ao gênero *Spondias* (RODRIGUES et al., 2012).

O gênero *Spondias*, pertencente à família Anacardeaceae, compreende cerca de 20 espécies, incluindo sete taxa nos Neotrópicos e cerca de 10 espécies nos trópicos da Ásia. Quase todas as espécies de *Spondias* tem um endocarpo fibroso e folíolos com veias intramarginais (MILLER & SCHAAL, 2005). Entre as principais espécies do gênero de interesse no Nordeste do Brasil, Santos & Oliveira (2008) e Souza & Costa (2010) citam o umbuzeiro (*S. tuberosa* Camara), a ciriguela (*S. purpurea* L.), o cajá (*S. mombin* L.), o umbu-cajá (*Spondias* spp), a cajá-manga (*S. cytherea* Sonn), a umbuguela (*Spondias* spp.) e a cajarana (*S. dulcis*), com destaque para a umbu-cajazeira devido ao potencial agroindustrial com boa perspectiva de aproveitamento comercial (SANTANA et al., 2011a).

A umbu-cajazeira é uma planta arbórea, considerada um híbrido natural entre o umbuzeiro e a cajazeira (SANTOS & OLIVEIRA, 2008), com várias características morfológicas intermediárias entre estas espécies, principalmente em relação aos frutos (ALMEIDA et al., 2007), com características favoráveis do umbu, como espessura da polpa, e do cajá, como o aroma e o sabor (FERNANDES et al., 2008). Apresenta características de planta xerófila (SANTOS et al., 2013a), copa globular achatada, com altura entre 6 e 8 m e diâmetro que pode alcançar 20 m, sendo o formato da planta parecido com o do umbuzeiro, embora apresente diâmetro de copa visivelmente superior (CARVALHO et al., 2008).

Apesar de ocorrer comumente em áreas semiáridas, a umbu-cajazeira também é encontrada em regiões litorâneas, que são mais úmidas, provavelmente em decorrência de movimentos antrópicos, em vista das características sensoriais de seus frutos

(CARVALHO et al., 2008). De acordo com Lira Júnior et al. (2008), a umbu-cajazeira é denominada de *Spondias* spp., em virtude de não apresentar espécie botânica definida.

A exemplo de outras *Spondias*, a umbu-cajazeira é explorada economicamente com base em seus frutos, que são normalmente consumidos ao natural e, em menor escala, mediante a produção de polpas, licores e sorvetes. Os frutos são coletados no solo após queda natural, sendo, em alguns casos, comercializados em péssimas condições, já fermentados e atacados por insetos, não demonstrando o real potencial econômico dessa frutífera nativa do semiárido brasileiro (CARVALHO et al., 2008). Apesar de explorada de forma desorganizada, Santos et al. (2005) destacam que essa espécie contribui com boa participação na formação da renda familiar dos produtores.

Os frutos da umbu-cajazeira (Figura 2.1) são caracterizados como drupa arredondada, de cor variando de amarela até verde-amarelada quando maduro, casca fina e lisa (MOREIRA et al., 2012). O mesocarpo, sucoso, varia desde muito ácido até adocicado em alguns genótipos. O endocarpo, camada mais interna, é grande, esbranquiçado, suberoso, enrugado e fibroso, vulgarmente denominado de caroço (CARVALHO et al., 2008). Quando maduros apresentam teor médio de vitamina C de 17,75 mg/100 g e rendimento médio de 55 a 65% em polpa, com potencial para a sua utilização na forma processada no desenvolvimentos de diversos derivados, devido aos atributos sensoriais relacionados ao aroma e sabor (LIMA et al., 2002; MOREIRA et al., 2012).



**Figura 2.1** - Frutos da umbu-cajazeira

A época de colheita, na Paraíba, ocorre no período de abril a julho. O método de colheita pode ser o manual, uma vez que a umbu-cajazeira apresenta altura menor que a cajazeira, facilitando a coleta dos frutos, que devem ser colhidos nos estádios “verdosos” ou “de vez”, tendo em vista serem climatéricos, o que proporciona uma melhor seleção dos frutos e qualidade de seus produtos. Os frutos maduros se desprendem da planta e caem, ocasionando danos ao se chocarem com galhos e solo, podendo perder líquido e entrar em processo de fermentação, além de ficarem expostos ao ataque de insetos, deteriorando-se rapidamente (LIMA et al., 2002).

## 2.2 - Liofilização

A indústria de alimentos utiliza uma grande variedade de métodos de conservação e processamento para estender a vida-de-prateleira de frutas e hortaliças, de tal forma que possam ser consumidas durante todo o ano e transportadas de forma segura para consumidores em todo o mundo e não apenas àqueles localizados nas proximidades das regiões produtoras. A conservação de alimentos visa principalmente produzir um produto microbiologicamente seguro, todavia mantendo as características de qualidade (BARRETT & LLOYD, 2012).

Dentre as técnicas empregadas para a manutenção da qualidade pós-colheita de frutas, a desidratação, além de ser utilizada como método de conservação impedindo a deterioração e perdas do valor comercial, resulta ainda em uma transformação do produto, agregando valor e dando origem a uma nova opção no mercado (SILVA et al., 2005). Historicamente, as secagens solar e com ar aquecido (convectiva) têm sido as técnicas mais comuns de desidratação de frutas. A secagem solar é barata, mas sua aplicação depende de condições climáticas e requer grandes áreas de processamento, sendo necessário proteger os frutos do ataque de insetos e do contato com sujidades do ar. Na secagem convectiva é possível controlar esses fatores e aumentar a taxa média de secagem, mas as propriedades de textura podem ser afetadas devido ao forte encolhimento da matriz sólida e degradação térmica, além de poder afetar a capacidade de reidratação de frutas desidratadas (ZOTARELLI et al., 2012).

A liofilização, também chamada de criodesidratação, é um tipo particular de desidratação por sublimação (ORDOÑEZ, 2005). Tem sido considerada o melhor processo de secagem de produtos termossensíveis, pois reduz a degradação nutricional e sensorial (ZOTARELLI et al., 2012), devido a retenção de compostos voláteis (SOTO et al., 2012),

além de minimizar a velocidade de reações enzimáticas (PALACIOS et al., 2012), sendo utilizada com o intuito de manter a atividade biológica (MOSQUERA et al., 2012), uma vez que a amostra não é exposta à temperaturas elevadas (SANTO et al., 2013); entretanto, seu custo é expressivamente maior quando comparado aos produtos secos por outras técnicas, requerendo um maior tempo de processo e custos de capital e energia mais elevados, necessitando-se, assim, de pesquisas que minimizem os custos operacionais, ofertando, dessa maneira, produtos a um preço mais competitivo (VIEIRA et al., 2012; XU et al., 2012).

Na liofilização, o alimento é congelado e, em seguida, a água é removida da amostra pela redução da pressão da câmara de secagem, de modo a permitir que a água congelada sublime diretamente da fase sólida para a gasosa (PALACIOS et al., 2012), protegendo a estrutura principal e a forma do produto com uma redução mínima de volume (RAWSON et al., 2011), apesar da sublimação do gelo criar poros ou fendas nessa estrutura (OIKONOMOPOULOU et al., 2011). A combinação de baixas temperatura e pressão também leva a uma boa preservação da cor e sabor, permitindo a penetração da água e rápida recuperação de características semelhantes ao produto integral através da reidratação (SCHÖSSLER et al., 2012), contudo o desempenho do processo é dependente da escolha adequada das condições operacionais e, portanto, há necessidade de uma extensiva análise de seus efeitos no tempo de processamento e na qualidade do produto obtido (IBARZ & BARBOSA-CANOVAS, 2005).

O processo de liofilização geralmente envolve três etapas: congelamento, secagem primária e secagem secundária (WEI et al., 2012). O congelamento é eficiente para solidificar a maior parte do solvente, que normalmente é a água (HARNKARNSUJARIT & CHAROENREIN, 2011), evitando o movimento de soluto e líquido e interrompendo reações químicas e atividades biológicas (PAN et al., 2008; TATTINI JÚNIOR et al., 2006).

Durante a secagem primária, o vapor de água é progressivamente removido do material congelado por sublimação, enquanto que a temperatura da câmara de secagem é controlada a uma temperatura constantemente baixa (WEI et al., 2012). A sublimação ocorre quando a pressão de vapor e a temperatura da superfície do gelo se encontram abaixo do ponto triplo da água (0,0099 °C e 610,5 Pa) (SONG et al., 2005), proporcionando-lhe o calor latente de vaporização (2,84 MJ/kg) (ORDOÑEZ, 2005). O controle da temperatura na secagem primária é muito importante, para evitar

amolecimento e colapso das amostras, o que induz a falha do processo, ou até mesmo redução na taxa de sublimação (QIAO et al., 2013).

A secagem secundária envolve a remoção da água ligada, que permanece cerca de 10 a 35% da água total. É iniciada com a redução da temperatura promovida pela redução de pressão na câmara de secagem, de modo que a água do material semi-seco possa ser removida, reduzindo o teor de água do produto a níveis desejados (WEI et al., 2012). Mosquera et al. (2012) afirmam que a remoção de água durante a liofilização, muitas vezes conduz à formação de uma matriz amorfa, onde biomateriais solúveis e insolúveis aparecem molecularmente desordenados, podendo ser encontrados na forma vítrea ou semelhante a borracha.

Estão disponíveis trabalhos envolvendo a liofilização de uma grande variedade de frutas, a exemplo de lichia (QIAO et al., 2013), abacaxi (VIEIRA et al., 2012), açaí (PAVAN et al., 2012), banana (ZOTARELLI et al., 2012), framboesa (SYAMALADEVI et al., 2011; SOTO et al., 2012), morango (MOSQUERA et al., 2012), toranja (MORANGA et al., 2012), pêssego, damasco, ameixa (LEONG & OEY, 2012), maçã (HIANG et al., 2012), manga (DORTA et al., 2012; CAPARINO et al., 2012), jaboticaba (MARQUES et al., 2012), graviola (CEBALLOS et al., 2012), abacate (SOUZA et al., 2011a), cajá (OLIVEIRA, 2012a), sapoti (OLIVEIRA et al., 2011a), figo da índia (MARTÍNEZ et al., 2011), marolo (CORRÊA et al., 2011), maracujá (CATELAM et al., 2011), uva (TORRES et al., 2010), ubaia (OLIVEIRA et al., 2010), *Borojoa patinoi* (MOSQUERA et al., 2010), pitaya (AYALA et al., 2010), bacuri, cupuaçu, murici (PORTE et al., 2010), mirtilo (MICHALCZYK et al., 2009), mamão (CANUTO et al., 2014; MARQUES et al., 2009), laranja (KOROISHI et al., 2009), *Hibiscus sabdariffa* (DUANGMAL et al., 2008), pequi (ALVES et al., 2008a), acerola (MARQUES et al., 2007), kiwi (LEE et al., 2006), entre outros. Apesar da grande variedade de frutas liofilizadas, não foram encontrados na literatura nacional e internacional consultada estudos envolvendo a liofilização de umbu-cajá.

### **2.2.1 - Aditivos de secagem**

Alimentos em pó ricos em açúcares de baixo peso molecular, tais como frutas, são muito sensíveis às condições ambientais, com difícil manuseio, sendo susceptível a redução de qualidade, devido às suas características higroscópicas. Para evitar esta situação indesejada a utilização de diferentes substâncias de elevado peso molecular, tais como

maltodextrina com diferentes dextroses equivalente (DE) e a goma arábica têm sido descritas como alternativas para produzir pós 'soltos', de fácil manuseio e com boa qualidade (MOSQUERA et al., 2012). A maltodextrina tem sido utilizada durante a produção de pós alimentícios não somente para prolongar a vida-de-prateleira do produto, mas também para protegê-lo de oxidação (MORANGA et al., 2012), evitar aglomeração, atuar como barreira ao oxigênio e devido às boas características de dispersão e solubilidade (CEBALLOS et al., 2012). A goma arábica é a única goma utilizada em produtos alimentares que apresenta uma elevada solubilidade e uma baixa viscosidade em solução aquosa (TONON et al., 2009a). Telis & Martínez-Navarrete (2009) ainda destacam as características de emulsificação e a boa retenção de compostos aromáticos.

Galmarini et al. (2011) relatam que para melhorar a qualidade de frutas liofilizadas, deve-se considerar a utilização de hidratos de carbono como auxiliares de secagem. Pesquisadores tem utilizado maltodextrina e/ou goma arábica como adjuvante de secagem por liofilização em várias frutas, a exemplo de mamão (CANUTO et al., 2014) abacaxi (VIGANÓ et al., 2012), cajá (OLIVEIRA, 2014b), morango (GALMARINI et al., 2011; MOSQUERA et al., 2012), graviola (CEBALLOS et al., 2012), mirtilo (CHUN et al., 2012), caqui (BENEDETTI et al., 2011), manga (MEHRNOUSH et al., 2011; JAYA et al., 2006), maracujá (PEDRO et al., 2010; CATELAM et al., 2011), amora-preta (GÓMEZ et al., 2011), *Borojoa patinoi* (MOSQUERA et al., 2010), maçã (JAKUBCZYK et al., 2010), laranja (KOROISHI et al., 2009), toranja (TELIS & MARTÍNEZ-NAVARRETE, 2009), *Hibiscus sabdariffa* (DUANGMAL et al., 2008), figo da índia (MOßHAMMER et al., 2006), entre outras.

### 2.3 - Leite de cabra

A produção de caprinos têm apresentado um rápido crescimento em muitos países. As cabras estão se tornando importantes fornecedoras de carne e leite para populações rurais em diferentes partes do mundo, especialmente em regiões áridas e semiáridas (OLIVEIRA et al., 2011b). A viabilidade dessa atividade deve-se à resistência dos animais às condições ambientais dessas regiões, caracterizadas pelo clima quente e seco (precipitação anual inferior a 800 mm/ano), com longos períodos de estiagem (SARDI et al., 2012).

O Nordeste do Brasil possui 1.560.000 km<sup>2</sup> de superfície, representando 18% da área total do país. Destes, 75% estão inseridos na região semiárida, o que representa 9,5%

da área geográfica nacional, totalizando 850.000 Km<sup>2</sup>, com grande concentração de rebanhos caprinos (SANTOS et al., 2011b). Ao longo de décadas, a caprinocultura foi considerada uma atividade marginal ou de subsistência na região Nordeste do Brasil, normalmente com baixa produtividade e realizada por produtores desprovidos de capital financeiro e de recursos tecnológicos. Entretanto, atualmente, a produção destes pequenos ruminantes vem se caracterizando como uma atividade de grande importância cultural, social e econômica para a região, desempenhando um papel crucial no desenvolvimento do Nordeste (COSTA et al., 2008a). Santos et al. (2011a) relatam que nessa região a produção de leite de cabra tem sido importante ferramenta de inclusão de pequenos produtores no mercado, seja institucional (venda para o governo), seja formal (laticínios privados).

O Nordeste do Brasil possui a maior produção de caprinos do país (QUEIROGA et al., 2011), correspondendo a mais de 90% da população caprina, sendo a Paraíba o maior Estado produtor de leite de cabra da região (OLIVEIRA et al., 2011b), com uma produção diária de aproximadamente 18 mil litros de leite caprino (COSTA et al., 2010). Embora o Nordeste seja responsável por 67% de toda a produção de leite de cabra do país (OLIVEIRA et al., 2011b), que é de aproximadamente 141 mil toneladas por ano (MEDINA et al., 2011), os pequenos produtores, com baixas produtividades e tecnologias, são ainda a base da indústria de laticínios regional. Como o intuito de estimular o desenvolvimento econômico no campo, o leite caprino tem sido comprado pelo Governo Federal e utilizados em programas sociais (OLIVEIRA et al., 2011b).

O leite de cabra está recebendo crescente interesse e valorização do consumidor em virtude de sua maior digestibilidade e tolerância em comparação a leites de outras espécies (PISANU et al., 2013). A alergia ao leite de vaca é comum entre crianças, entretanto o tratamento com leite de cabra tem resolvido cerca de 30-40% dos casos problemáticos (RIBEIRO & RIBEIRO, 2010), devido ao menor teor de  $\alpha_{s1}$ -caseína (HAM et al., 2010), o que faz da  $\beta$ -caseína quantitativamente a principal proteína (RODRIGUEZ et al., 2008), e aos menores glóbulos de gordura no leite caprino em comparação ao leite bovino, proporcionando uma maior digestibilidade, além de maior porcentagem de ácidos graxos de cadeia curta e média (DIMENSTEIN et al., 2010; SILANIKOVE et al., 2010; SILVA et al., 2009a).

A gordura é um dos componentes mais importantes do leite de cabra fluido, estando relacionados com o rendimento de queijos, firmeza, cor e sabor de produtos lácteos caprinos (RIBEIRO & RIBEIRO, 2010). A porcentagem de matéria gorda total no leite de cabra é muito semelhante ao leite de vaca e a sua composição em ácidos graxos depende,

em grande parte, da composição da dieta de ambas as espécies. Duas características da gordura do leite de cabra são importantes para o processamento. Uma delas é o menor tamanho dos glóbulos de gordura do leite caprino em comparação ao leite bovino. Em ambas as espécies os globulos de gordura variam entre 1 a 10  $\mu\text{m}$ , mas o número de glóbulos de gordura menores que 5  $\mu\text{m}$  é ~60% no leite de vaca enquanto que é ~80% no leite de cabra. Essa diferença afeta a textura, tornando mais macios os produtos com leite de cabra, embora torne complicado o processamento de manteiga de leite de cabra. A segunda característica é a composição de ácidos graxos do leite de cabra. Ele contém uma proporção mais elevada de ácidos graxos de cadeia média, isto é, ácidos capríco (C6:0), caprílico (C8:0) e cáprico (C10:0), que são parcialmente responsáveis pelo odor característico do leite caprino (SILANIKOVE et al., 2010).

Os leites de cabra e vaca não diferem significativamente quanto ao teor de proteína uma vez que, em ambas as espécies, esse teor está menos susceptível a alterações com composição da dieta (SILANIKOVE et al., 2010). As proteínas encontradas no leite de cabra são similares às do leite de vaca ( $\alpha$ -caseína,  $\beta$ -caseína e  $\kappa$ -caseína,  $\beta$ -lactoglobulina e  $\alpha$ -lactalbumina), podendo ser alteradas segundo a polimorfismos genéticos (HAENLEIN, 2004). Entretanto no leite de cabra os teores de  $\alpha_{s1}$ -caseína são muito baixos e em alguns casos essa proteína está ausente, dependendo do tipo genético, promovendo desse modo maior tolerância desse leite em crianças (RODRIGUEZ et al., 2008). Como há deficiência de  $\alpha_{s1}$ -caseína no leite humano, os baixos teores dessa proteína aliado aos níveis mais elevados de  $\beta$ -caseína no leite caprino fazem o leite de cabra mais semelhante ao leite humano, quando comparado com o leite de vaca (CLARK & SHERBON, 2000).

O leite de cabra contém um perfil de aminoácidos semelhante ao leite de vaca, exceto para as concentrações mais baixas de cisteína. Os teores de metionina e cisteína, quando somadas, são equivalentes nos leites de cabra e humano, entretanto a taurina, glicina e glutamina são os principais aminoácidos do leite caprino. Como no leite bovino, a lactose constitui o principal carboidrato do leite caprino. O leite de cabra contém menos lactose do que o leite de vaca (em média, 4,1 versus 4,7%), entretanto não pode ser considerado uma alternativa alimentar para pessoas que sofrem de intolerância à lactose. O conteúdo mineral do leite de cabra varia de 0,70 a 0,85%, apresentando mais cálcio, fósforo e potássio que o leite de vaca. O teores de vitaminas do leite caprino é semelhante ao bovino (SILANIKOVE et al., 2010).

Além de nutricionalmente interessante na forma *in natura*, diversos processamentos buscam agregar valor ao leite caprino - e seus derivados, a fim de favorecer sua

comercialização (SILVA et al., 2009a). Ardelean et al. (2012) destacam que, apesar do mercado de laticínios ser dominado por produtos elaborados com leite de vaca, produtos processados com leite de cabra estão se tornando cada vez mais populares, devido às características que os diferenciam de derivados de outros leites e aos efeitos benéficos à saúde (ŞENEL et al., 2011).

De forma geral, o leite de cabra ainda é tradicionalmente consumido nos centros urbanos por crianças ou idosos com intolerância ao leite bovino, e pela população rural de baixa renda. Entretanto, postula-se que o aproveitamento mais racional deste produto na forma de leite pasteurizado, leite UHT, leite em pó, queijos finos, iogurtes, bebidas lácteas e doces pode proporcionar resultados mais satisfatórios do ponto de vista econômico (CURI & BONASSI, 2007).

Vários produtos lácteos já foram processados utilizando-se o leite de cabra, como queijos (QUEIROGA et al., 2013; LJUTOVAC et al., 2011; CURI & BONASSI, 2007), leites fermentados (ALOĞLU & ONER, 2013; RANADHEERA et al., 2012a; AL-ABDULKARIM et al., 2012; ŞENEL et al., 2011; QUEIROGA et al., 2011; RODRIGUEZ et al., 2008), doces (LAGUNA & EGITO, 2008), sorvetes (RANADHEERA et al., 2013), entre outros, testificando o potencial de utilização do leite caprino na indústria, inclusive para desenvolvimento da região Nordeste do Brasil.

## **2.4 - Sorvetes**

O sorvete é uma emulsão coloidal complexa contendo glóbulos de gordura, proteínas, bolhas de ar e cristais de gelo dispersos em uma fase aquosa constituída por uma solução concentrada de açúcares (CLARKE, 2005), adicionado de emulsificante, estabilizante e aromatizante (ERKAYA et al., 2012). Os carboidratos, ao formarem solução com a água contribuem para a redução do ponto de congelamento da mistura. Sua presença contribui para o aumento da viscosidade, do tempo de batimento da mistura e da suavidade de textura, e tendem a aumentar a taxa de derretimento, além de influenciar no tamanho do cristal de lactose no produto (MOSQUIM, 1999). Goff (2003) afirmam que a fase não congelada do sorvete é constituída de micelas de caseína suspensas em solução congelada e concentrada de açúcar, sais, proteínas solúveis do leite e polissacarídeos de elevada massa molecular. A fase fluida do sorvete circunda os cristais de gelo e as bolhas de ar e resulta de um processo de concentração por congelamento (SOUZA et al., 2010a).

A composição do sorvete é bastante variada, normalmente apresentando de 8 a 20% de gordura, 8 a 15% de sólidos não gordurosos do leite, 13 a 20% de açúcar e 0 a 0,7% de emulsificante-estabilizante, porém pode haver variabilidade de acordo com a região e em diferentes mercados (SOUZA et al., 2010a). A gordura interfere na textura, corpo e diminuição da sensação de frio; as proteínas melhoram a estrutura, interferindo na emulsificação e batimento; os açúcares contribuem no aumento de viscosidade, diminuindo o ponto de congelamento, aumentando o sabor e fixação de compostos aromáticos; os estabilizantes melhoram a estabilidade da emulsão e o corpo, e influenciam na velocidade e temperatura de fusão da mistura; os emulsificantes evitam a floculação excessiva e facilitam a incorporação de ar (SILVEIRA et al., 2009). A textura cremosa dos sorvetes está associada ao elevado teor de gordura e, em parte, à dimensão média dos cristais de gelo. Os cristais grandes ( $>50 \mu\text{m}$ ) conferem uma textura granulada para o sorvete, enquanto que os cristais menores pequenos ( $10\text{-}20 \mu\text{m}$ ) contribuem para uma textura cremosa (COOK & HARTEL, 2010).

Durante o processamento de sorvetes, três ou quatro fases devem ser consideradas: uma ou duas fases líquidas (água e gordura), uma fase sólida (cristais de gelo) e uma fase gasosa. A textura final do produto é resultado da combinação do tamanho e da proporção dos cristais de gelo e da distribuição do ar devido à aeração. O tamanho e a proporção dos cristais de gelo são controlados através de transferência de calor e por mistura. A formação de espuma é controlada pela proporção da aeração e também pela mistura que produz espuma (FAYOLLE et al., 2013).

Dentre as etapas de processamento dos gelados comestíveis, a pasteurização é obrigatória. Após esta fase, várias etapas são envolvidas no processo de fabricação do sorvete: a) a homogeneização da mistura que tem como objetivo reduzir o tamanho dos glóbulos de gordura da emulsão; b) a maturação da calda homogeneizada onde são adicionados saborizantes, polpas de frutas, emulsificantes, acidulantes; c) congelamento e batimento da calda, onde ocorre a incorporação de ar, formação de cristais e aparecimento de uma fase não congelada (SILVEIRA et al., 2009).

Os gelados e os preparados para gelados comestíveis, elaborados com produtos lácteos ou ovos devem ser pasteurizados a  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  por 30 min quando o processo for de batelada e a  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  por 25 segundos quando o processo for contínuo, ou utilizar condições equivalentes de tempo e temperatura no que se refere ao poder de destruição de microorganismos patogênicos (SOUZA et al., 2010a). A homogeneização reduz o tamanho dos glóbulos de gordura através da formação de uma emulsão homogênea desse nutriente. Em

geral, a homogeneização reduz o tamanho das gotículas de gordura até menos de 2  $\mu\text{m}$  e aumenta o número e a área superficial dos glóbulos de gordura (TOSAKI et al., 2009).

A maturação consiste em manter a calda por um período de no mínimo 4 h, a temperatura de 2 a 5 °C antes de congelá-la (SOUZA et al., 2010a). A maturação tem por finalidade produzir mudanças desejáveis nos aspectos sensoriais do sorvete, tais como a solidificação da gordura, adsorção de água por proteínas e estabilizantes, resistência ao derretimento e melhora da textura e capacidade de incorporação de ar (SANTOS, 2009a). Após a maturação, a calda é transferida para a máquina produtora de sorvete (sorveteira). No comércio existem dois tipos fundamentais de congeladores: os descontínuos (horizontal e vertical) e os contínuos (horizontal). As cubas de congelamento descontínuas são utilizadas para o processo artesanal ou em baixa escala, enquanto que os congeladores contínuos são utilizados para fabricação em escala industrial. O sorvete deve sair da sorveteira a uma temperatura de -6 °C (VARNAM & SUTHERLAND, 1995).

A incorporação de ar, comumente referida como *overrun*, é uma etapa obrigatória no processamento de sorvete, com um impacto importante sobre as propriedades físicas e sensoriais do produto (SOFJAN & HARTEL, 2004; RANADHEERA et al., 2013), a qual ocorre durante o processo de congelamento (SOUZA et al., 2010a). Segundo Caldwell et al. (1992), o diâmetro das bolhas de ar incorporadas variam de 20-50  $\mu\text{m}$ . Alamprese & Foschino (2011) destacam que o processo de aeração no processamento de sorvetes é responsável pelo aspecto leve e pela formação de uma estrutura lisa, influenciando propriedades como derretimento e dureza. De fato, pouca aeração promove aspecto pesado ao sorvete, entretanto a maciez e suavidade vão aumentado ao passo que se aumenta a aeração do produto.

A produção de um sorvete de boa qualidade depende, em grande parte, da formulação do produto, assim como dos parâmetros de processamento. A interação entre esses fatores é bastante complexa e de difícil compreensão. Os estabilizantes e emulsionantes são ingredientes importantes em formulações de sorvetes, afetando a qualidade dos produto final (CAKMAKCI & DAGDEMIR, 2013), uma vez que minimizam danos estruturais que ocorrem durante o processamento e a estocagem do produto (COSTA et al., 2012).

Na saída da sorveteira, o sorvete é envasado. O processo de congelamento continua e, nessa fase, é chamado de endurecimento. O endurecimento é feito em câmaras de congelamento à temperatura de -20 a -30 °C. Nestas câmaras, o teor de água congelada do sorvete chega de 80 a 90% (SOUZA et al., 2010a). É fundamental que o congelamento seja

rápido, garantindo assim a formação de pequenos cristais de gelo que conferem o aspecto cremoso característico do sorvete (NARAIN et al., 2006).

Os emulsionantes estão sendo incluídos na maioria das formulações industriais de sorvetes devido o seu efeito sobre a estrutura de gordura (GOFF, 2008), controlando a aglomeração e o reagrupamento desse constituinte durante a etapa de congelamento (estabiliza a emulsão de gordura) (SOUZA et al., 2010a). Os emulsificantes promovem a adsorção entre os glóbulos de gordura e as proteínas do leite (GOFF, 1999) ou do deslocamento de proteínas a partir da incorporação de ar, o que faz os glóbulos de gordura mais susceptíveis à coalescência parcial (GOFF, 2008), que é o fenômeno de aglomeração desses glóbulos (COSTA et al., 2012). Costa et al. (2008b) relatam que esse fenômeno é comum e observado regularmente em sorvetes, porém seu excesso e o tamanho das partículas aglomeradas de glóbulos de gordura podem desencadear problemas estruturais como, por exemplo, o crescimento excessivo dos cristais de gelo, conferindo textura arenosa ao sorvete após processamento e principalmente durante a estocagem. Souza et al. (2010a) ainda relatam que os emulsificantes também são usados para promover a uniformidade durante o batimento, reduzir o tempo de batimento da calda, e facilitar a distribuição das bolhas de ar, produzindo um sorvete com corpo e textura cremosa típica. Em geral, os emulsificantes usados em sorvetes são constituídos de 80% de mono e diglicerídeos e 20% de polissorbato 80 (COSTA et al., 2012).

O principal objetivo da utilização de estabilizadores na indústria de sorvetes é para obtenção de produtos com a textura suave, especialmente quando submetidos a variações de temperatura durante o armazenamento, para diminuir o tamanho dos cristais de gelo e para aumentar a resistência à fusão (CAKMAKCI & DAGDEMIR, 2013). Costa et al. (2012) definem estabilizantes como substâncias hidrofílicas que dispersam em solução como coloides. A maioria desses produtos é classificada como gomas ou hidrocoloides, os quais podem ser definidos como qualquer polissacarídeo solúvel em água, extraído de vegetais terrestres, marinhos ou de micro-organismos. Há, ainda, aqueles que podem sofrer modificações químicas para alcançar as características desejadas (COSTA et al., 2012). Atualmente é possível encontrar uma grande variedade de estabilizantes de aplicação em sorvetes, tais como goma xantana, goma guar, gelatina, carragena, alginato, carboximetilcelulose (CMC), entre outras (CAKMAKCI & DAGDEMIR, 2013).

A goma xantana é um heteropolissacarídeo produzido pela *Xanthomonas campestris*. As soluções dessa goma, quando em baixas concentrações, são pseudoplásticas, apresentam altos índices de viscosidade e tornam-se ralas quando sobre

elas é aplicado força de cisalhamento. A goma xantana também apresenta boa estabilidade em valores de pH extremos, na faixa de 2 a 11, e altas temperaturas de 100 a 120 °C, além de poder ser dissolvida ou a quente ou a frio. Nos sorvetes que contêm leite, a goma xantana não provoca a separação do soro, motivo pelo qual é indicada em substituição às carragenas (THARP, 2009).

Ingredientes como frutas, castanhas e mel podem ser utilizados em formulações de sorvetes (STANLEY et al., 1996). Polpas de frutas como araticum, pequi e curriola (MORZELLE et al., 2012), *Physalis peruviana* (ERKAYA et al., 2012), coco (SANTANA et al., 2011b), mangaba (SANTOS & SILVA, 2012); vagem em pó a exemplo de *Ceratonia siliqua* (SABATINI et al., 2011); chocolate em pó (SILVA JÚNIOR & LANNES, 2011); tuberculos como batata doce (GURGEL et al., 2011); baunilha (CADENA & BOLINI, 2011); tapioca (SILVEIRA et al., 2009), entre outros, já foram utilizados em sorvetes. Uma alternativa interessante seria a incorporação de frutas exóticas em pó, a exemplo do umbu-cajá. Além de agregar valor à fruta, uma vez que não existem relatos a cerca da utilização do umbu-cajá em pó em formulações de gelados comestíveis, seu acréscimo seria mais uma opção de sabor para sorvetes disponíveis no mercado.

A fim de proporcionar maior valor agregado às formulações de sorvetes, estas podem ser elaboradas com leite caprino. Ribeiro & Ribeiro (2010) destacam que sorvetes elaborados com leite de cabra são uma alternativa atraente para crianças e outros consumidores, devido às suas propriedades nutricionais e antialérgicas e característica sensorial cremosa. Alguns pesquisadores já desenvolveram sorvetes com leite caprino (RANADHEERA et al., 2013; RANADHEERA et al., 2012b; SILVA et al., 2010a; CORREIA et al., 2008; PANDYA & GHODKE, 2007; LORA et al., 2006), entretanto, em termos de volume de trabalhos publicados, a maioria dos autores tradicionalmente utilizam o leite bovino no processamento desse gelado comestível. Como o Estado da Paraíba detêm a maior produção de leite caprino do Brasil, sua utilização no processamento de sorvetes pode ser um incentivo ao desenvolvimento da caprinocultura, gerando renda à pequenos produtores.

## **2.5 - Alimentos funcionais**

O mercado mundial de alimentos funcionais está em pleno crescimento e procurando sempre novos produtos com características funcionais tecnológicas e fisiológicas (SOUZA et al., 2011b). Ultimamente tem havido uma crescente demanda por

parte de consumidores por alimentos saudáveis e naturais com ação funcional e fisiológica específica, como o controle da obesidade, redução do risco de doença cardiovascular, controle gastrointestinal, etc. Assim, um grande número de ingredientes naturais e funcionais tem sido introduzido na indústria de laticínios, incluindo os probióticos, prebióticos, fibras ou materiais com capacidade antioxidante. Várias formulações de sorvetes funcionais foram produzidos com sucesso (SOUKOULIS & TZIA, 2010), corroborando com Souza et al. (2011b), que afirmam que dentre os produtos inovadores como alimento funcional, o sorvete possui um mercado promissor e com grande potencial de crescimento.

De acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 1999a), os alimentos funcionais são definidos como todo alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica. Dentre os ingredientes funcionais destacam-se os prebióticos (SILVA et al., 2011a) que são componentes não digeríveis de alimentos funcionais que estimulam a proliferação e a atividade de populações de bactérias desejáveis no cólon e inibem a multiplicação de patógenos, agindo assim beneficemente sobre o hospedeiro (OLIVEIRA et al., 2009).

Os prebióticos mais importantes são os glucanos, mananos e frutanos. Entre os frutanos, a inulina e oligofrutose, que são fibras solúveis e fermentáveis, são os mais conhecidos (OLIVEIRA et al., 2009). Além das propriedades prebióticas, a inulina tem sido também usada na indústria alimentícia para substituir gordura ou açúcar e reduzir as calorias dos alimentos (ABREU et al., 2011) ou para melhorar a textura de alimentos (HENNELLY et al., 2006).

A inulina é um polímero de frutose encontrada em plantas sob a forma de carboidratos de reserva e apresenta propriedades funcionais de grande importância para a indústria de alimentos e para a saúde dos consumidores (ROBERFROID, 2005). Quimicamente, é formada por moléculas de frutose unidas por ligação  $\beta(1-2)$ , que são tipicamente terminadas por uma molécula de glicose unida por ligação  $\alpha(1-2)$  (FLAMM et al., 2001).

Muitas plantas que contêm inulina fazem parte da dieta humana básica há muito tempo, sendo a cebola a mais consumida entre elas. A concentração de inulina em cada planta depende muito da variedade, do tempo decorrido desde a colheita até a utilização desta e das condições de estocagem. Outros vegetais, do mesmo gênero da cebola, que

contêm inulina são alho-porró e alho. Existem ainda outros vegetais que contêm consideráveis concentrações de inulina e são bastante consumidos, entre eles o aspargo, a alcachofra, a barba de bode, etc. Para a maioria das fontes (alho, cebola, aspargo), as concentrações de inulina e oligofrutoses estão entre 0,3 a 6% do peso fresco, podendo chegar a 10% para a barba de bode. Entretanto, para alcachofra de Jerusalém, chicória, dália e yacon as concentrações de inulina e oligofrutoses podem chegar até 20% do peso fresco, fazendo destes vegetais importantes fontes de inulina e oligofrutoses (HAULY & MOSCATTO, 2002).

A inulina extraída de plantas, após a secagem, apresenta-se como um pó branco, amorfo, higroscópico, com odor e sabor neutros, densidade de aproximadamente 1,35 e peso molecular de 1600. A funcionalidade da inulina está baseada em seu efeito sobre soluções aquosas a vários níveis de sólidos. À medida que a concentração de inulina aumenta, a viscosidade aumenta gradativamente. Para formar gel, a inulina tem que estar numa concentração em que se apresente em discretas partículas. Assim, quando o nível de inulina alcança 30% de sólidos em solução aquosa, a combinação inulina-água inicia a gelificação. Neste nível, o gel é formado sob resfriamento por 30-60 min. Quando o nível de inulina aumenta, o gel precisa de menos tempo para ser formado, sendo praticamente instantâneo quando o nível de sólidos em solução está entre 40-45% (HAULY & MOSCATTO, 2002).

A inulina oferece uma gama de benefícios nutricionais e tecnológicos. Pode trazer benefícios para o sistema digestivo, pois a ingestão de ingredientes prebióticos melhora o equilíbrio da microflora intestinal (SANTOS et al., 2012a). As bifidobactérias hidrolisam as fibras solúveis (inulina) e as utilizam como fonte de energia para sua multiplicação (BOSSCHER et al., 2006). Entretanto deve-se considerar que os efeitos prebióticos da inulina dependem tanto da composição da microbiota intestinal de cada indivíduo como do grau de polimerização das cadeias de frutose (TÁRREGA et al., 2010).

A inulina resiste à digestão na parte superior do trato gastrointestinal, mas é fermentada no cólon (OLIVEIRA & JURKIEWICZ, 2009) produzindo ácidos graxos de cadeias curtas e lactatos que são metabolizados (ROBERFROID, 2007), promovendo desse modo seletivamente o crescimento de bactérias benéficas, principalmente bifidobactérias e, em menor extensão, lactobacilos (OLIVEIRA & JURKIEWICZ, 2009). Quando ingerida, a inulina passa pelo intestino delgado, chega ao intestino grosso quase que integralmente, não sendo hidrolisada em unidades de monossacarídeos (ZULETA & SAMBUCETTI, 2001). Isso por que o indivíduo não produz enzimas capazes de clivá-la em fragmentos

menores que possam ser posteriormente utilizados nos processos catabólicos e anabólicos comuns das células. As enzimas humanas são específicas para ligações glicosídicas em configuração *alfa* e frutanos tipo inulina apresentam ligações glicosídicas em configuração *beta*. Consequentemente, esses carboidratos estão completamente disponíveis para a microbiota residente do trato intestinal. Alguns grupos de bactérias são estimulados, alguns não são afetados e outros são inibidos (PIMENTEL et al., 2012).

O consumo diário de cinco a oito gramas de frutanos parece ser suficiente para se obter o efeito prebiótico, evitando-se efeitos colaterais indesejados como flatulência e desarranjos intestinais consequentes da ingestão de maior quantidade desses compostos (KOLIDA & GIBSON, 2007). Manning & Gibson (2004) constataram que no mínimo 4 g/dia, mas preferivelmente 8 g/dia do prebiótico seriam necessários para aumentar significativamente a quantidade de bifidobactérias no intestino.

Deve-se considerar que a utilização de prebióticos, como a inulina, pode resultar em alterações dos atributos de qualidade de produtos lácteos devido a interações entre o ingrediente funcional e os componentes da matriz alimentar (CRUZ et al., 2010), o que torna importante o estudo de novos produtos lácteos processados. A utilização de inulina em produtos lácteos incluem produtos como iogurte (SRISUVOR et al., 2013), doce de leite (SANTOS et al., 2012a), kefir (MONTANUCI et al., 2012), sorvete (FRIGHETTO, 2012), requeijão (GOMES & PENNA, 2010), queijo (ARAÚJO et al., 2009), entre outros.

## **2.6 - Armazenamento**

A vida-de-prateleira pode ser definida como o período de tempo decorrido entre a produção e o consumo do alimento, durante o qual se mantém a aceitabilidade do produto pelos consumidores (SANTOS et al., 2010a) e as características sensoriais e microbiológicas inalteradas, sem oferecer riscos à saúde do consumidor (MENEZES et al., 2011).

A preservação das características originais dos alimentos por um maior período, após a sua transformação é um dos grandes objetivos da indústria de alimentos. Assim, as condições do ambiente de armazenamento, tais como temperatura, umidade, luminosidade, bem como o tipo do material da embalagem utilizada, são aspectos que devem ser avaliados e controlados, visando à manutenção da qualidade dos produtos durante a sua vida-de-prateleira (MATTA et al., 2004). Em produtos alimentícios armazenados o tipo de embalagem empregada influencia as reações metabólicas, diminuindo o seu ritmo por meio

da modificação do microclima criado em seu interior e constituindo-se numa barreira que impede ou dificulta o contato entre o ambiente externo e o produto (GARCIA et al., 1989).

De acordo com Moura et al. (2007), a previsão da vida-de-prateleira não é uma tarefa fácil e de resultado preciso. Contudo, é sempre útil ter o máximo de informações sobre o alimento a ser conservado, conhecendo-se de preferência o mecanismo e a cinética das principais reações de deterioração. A vida útil de um produto é informação estratégica de uma empresa, que pode gerenciar melhor sua distribuição e informar, de forma mais adequada, as condições de sua conservação aos consumidores.

A vida-de-prateleira pode ser determinada a nível laboratorial, sem a intervenção de análise sensorial (HOUGH & GARITTA, 2012), através de ensaios químicos, físicos e microbiológicos. No entanto, quando não se têm recursos laboratoriais suficientes, a vida-de-prateleira pode ser analisada em função da avaliação sensorial do produto pelo consumidor. A análise sensorial envolvendo consumidores torna-se, portanto, um fator chave na determinação da vida útil de muitos alimentos (MANZOCCO et al., 2012).

A qualidade dos produtos desidratados se altera com o tempo de armazenamento, devido a diversas reações de natureza enzimática, oxidativa entre outras. De maneira geral, tais produtos, quando embalados, de forma a serem protegidos para evitar o contato com o oxigênio e o ganho de água, apresentam maior vida-de-prateleira (SILVA et al., 2005). Para frutas em pó, o umedecimento e recristalização são causas comuns do endurecimento, sendo dependentes da composição do pó. As condições ambientais (temperatura, umidade relativa, pressão), características das partículas (estrutura do estado sólido, formulação e tamanho, distribuição e forma da partícula) e tempo de armazenamento são conhecidos por influenciar a estabilidade do pó (STOKLOSA et al., 2012).

A estabilidade de várias espécies de frutas em pó já foram estudadas, incluindo àqueles obtidas pelo processo de liofilização, como uva (MORAGA et al., 2012), cajá (OLIVEIRA, 2012a), framboesa (SYAMALADEVI et al., 2011), maçã (RAHARITSIFA & RATTI, 2010), mirtilo, morango (MICHALCZYK et al., 2009), *Hibiscus sabdariffa* (DUANGMAL et al., 2008), entre outras. Apesar de não terem sido encontrados estudos abordando a liofilização de umbu-cajá e investigação da armazenagem do pó proveniente desse processo, Silva et al. (2005) obtiveram umbu-cajá em pó pelo processo de secagem em camada de espuma (*foam-mat drying*), submeteram o pó ao armazenamento de 60 dias em embalagens de polietileno e laminada e verificaram que o produto teve algumas características alteradas, com o pó estocado em embalagens de polietileno preservando melhor as características iniciais do pó. Entretanto, deve-se considerar que todo processo

de secagem pode promover, com maior ou menor intensidade, alterações em produtos alimentícios, especialmente quando submetidos à estocagem, tornando-se necessário o estudo da estabilidade de alimentos desidratados por diferentes métodos.

### **3 - MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 - Local de realização dos experimentos**

O presente estudo foi desenvolvido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA), da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA), do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Paraíba.

#### **3.2 - Matérias-primas**

Para liofilização foram utilizados frutos maduros de umbu-cajá provenientes da cidade de Assu, RN (5° 35' 33" S, 37° 0'18" W), maltodextrina 20 DE (dextrose equivalente) e goma arábica como adjuvantes de secagem. Para o processamento dos sorvetes foram utilizados leite de cabra integral UHT, creme de leite, leite caprino em pó, gordura vegetal, sacarose, xarope de glicose, goma xantana como estabilizante, Emustab<sup>®</sup> como emulsificante e frutanos tipo inulina de alto grau de polimerização (inulina HP, DP médio 23) como ingrediente prebiótico.

##### **3.2.1 - Análises físicas do umbu-cajá**

Foram selecionados aleatoriamente 50 frutos para a determinação das análises físicas de massa individual, diâmetros e cor.

###### **3.2.1.1 - Massa individual**

A massa individual dos frutos *in natura*, das cascas e das sementes foram determinados em balança analítica de precisão (0,0001 g), modelo AS-200 OHAUS ANALYTICAL *Standard*, com capacidade para 200 g. Os resultados foram expressos em grama (g).

### 3.2.1.2 - Diâmetros

Os diâmetros longitudinal (DL) e transversal (DT) dos frutos *in natura* foram medidos em paquímetro digital de precisão (0,1 mm), marca Mitutoyo. Os resultados foram expressos em milímetros (mm). A partir desses resultados, foi calculada a relação DL/DT (SANTOS et al., 2010a)

### 3.2.1.3 - Cor

Os parâmetros de cor dos frutos *in natura* foram determinados em espectrofotômetro portátil Hunter Lab Mini Scan XE Plus, modelo 4500 L, obtendo-se os parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , em que  $L^*$  define a luminosidade ( $L^* = 0$  – preto e  $L^* = 100$  – branco) e  $a^*$  e  $b^*$  são responsáveis pela cromaticidade ( $+a^*$  vermelho e  $-a^*$  verde;  $+b^*$  amarelo e  $-b^*$  azul). Com os dados de  $a^*$  e  $b^*$  ainda foram calculados o croma ( $C^*$ ), que corresponde à saturação ou intensidade da cor, sendo  $0 =$  cor impura e  $60 =$  cor pura (Equação 3.1) e o ângulo da tonalidade ( $h^*$ ), que expressa a cor perceptível da amostra sendo dependentes dos valores de  $a^*$  e  $b^*$ , em que  $0^\circ =$  vermelho;  $90^\circ =$  amarelo;  $180^\circ =$  verde;  $270^\circ =$  azul e  $360^\circ =$  preto (Equação 3.2).

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (3.1)$$

$$h^* = \tan^{-1}\left(\frac{a^*}{b^*}\right) \quad (3.2)$$

## 3.3 - Processamento da polpa de umbu-cajá

Têm-se na Figura 3.1 o fluxograma de processamento da polpa de umbu-cajá. Os frutos da umbu-cajazeira foram recepcionados no laboratório, selecionados com remoção de sujidades e eventuais frutos estragados, lavados em água corrente, sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 50 ppm por 15 min, enxaguados em água corrente e despulpados em despulpadeira horizontal de aço inoxidável com capacidade aproximada de 400 Kg/h. A polpa obtida foi refinada afim de remover a maior parte das fibras do umbu-cajá, amostrada para realização de análises físicas, químicas, físico-químicas e microbiológicas, envasada em sacos plásticos de polietileno e estocada em freezer

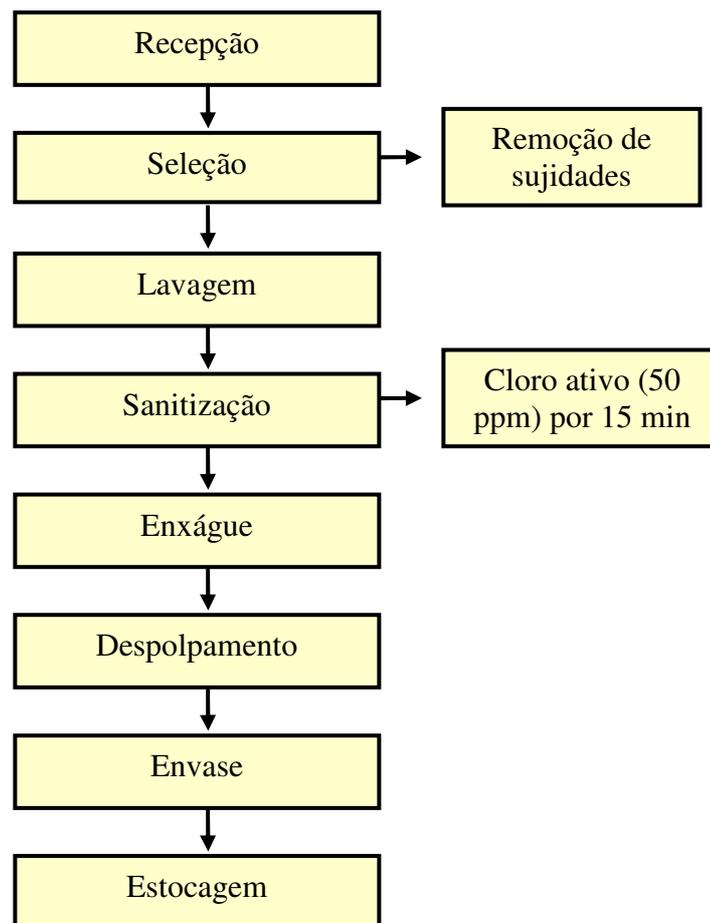
horizontal ( $-18 \pm 2$  °C) até realização dos experimentos. O rendimento da polpa do umbu-cajá em polpa foi calculado de acordo com a Equação 3.3.

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{M_p}{M_f} \times 100 \quad (3.3)$$

em que:

$M_p$  - Massa da polpa, kg;

$M_f$  - Massa dos frutos, kg.



**Figura 3.1** - Fluxograma do processamento da polpa de umbu-cajá

### 3.3.1 - Caracterização física, química e físico-química da polpa

A polpa de umbu-cajá foi caracterizada química, física e físico-quimicamente quanto aos parâmetros: sólidos solúveis totais (°Brix), teor de água (%), sólidos totais (%), pH, acidez total titulável (%), relação SST/ATT, açúcares totais em glicose (%), açúcares redutores em glicose (%) e não redutores em sacarose (%), ácido ascórbico (mg/100 g),

cinzas (%), proteína bruta (%), lipídeos (%), carboidratos totais (%), pectina (%), valor calórico (Kcal/g), atividade de água ( $a_w$ ), cor e índice tecnológico (%).

#### **3.3.1.1 - Sólidos solúveis totais**

Os sólidos solúveis totais foram determinados através de leitura direta da amostra em refratômetro portátil, modelo RT-32 (escala de 0 a 32 °Brix) com correção da temperatura feita através de tabela proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

#### **3.3.1.2 - Teor de água e sólidos totais**

O teor de água e os sólidos totais foram determinados pelo método de secagem das amostras em estufa a 105 °C até peso constante, segundo metodologia descrita pelo IAL (2008).

#### **3.3.1.3 - pH**

O pH foi determinado pelo método potenciométrico, com medidor digital modelo TEC-2, do fabricante Tecnal, calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0, de acordo com metodologia descrita pelo IAL (2008).

#### **3.3.1.4 - Acidez total titulável**

A acidez total titulável foi realizada pela técnica titulométrica, baseada na neutralização da amostra com a solução padronizada de NaOH 0,1 N, de acordo com o método descrito pelo IAL (2008).

#### **3.3.1.5 – Relação SST/ATT**

Foi determinada pela relação entre os sólidos solúveis totais (SST) e a acidez total titulável (ATT) de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1986).

### **3.3.1.6 - Açúcares redutores em glicose**

A técnica utilizada foi a de titulometria com soluções de Fehling, em aquecimento, de acordo com a metodologia descrita pelo IAL (2008).

### **3.3.1.7 - Açúcares totais em glicose**

A técnica utilizada foi a de titulometria com soluções de Fehling em aquecimento, após hidrólise ácida da amostra, segundo a metodologia descrita pelo IAL (2008).

### **3.3.1.8 - Açúcares não redutores em sacarose**

Foram determinados segundo o método baseado na multiplicação da diferença entre as porcentagens de açúcares totais e açúcares redutores com o fator 0,95, de acordo com a metodologia descrita pelo IAL (2008).

### **3.3.1.9 - Ácido ascórbico**

A determinação do ácido ascórbico seguiu metodologia da AOAC (1997), a qual se baseia na redução do 2,6-diclorofenol indofenol-sódio (DCFI) pelo ácido ascórbico, modificada por Benassi & Antunes (1998), que utilizam o ácido oxálico como solução extratora.

### **3.3.1.10 - Cinzas**

A quantidade de cinzas foi determinada através da incineração da amostra em mufla aquecida a 550 °C, até a obtenção de um resíduo isento de carvão, com coloração branca acinzentada, segundo metodologia descrita pelo IAL (2008).

### **3.3.1.11 - Proteína bruta**

O teor de proteína bruta foi quantificado pelo método Micro-Kjeldahl, que consiste na determinação do nitrogênio total. Para converter o resultado em proteína foi utilizado o

fator 5,75, recomendado para proteínas de vegetais, de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (2010).

#### **3.3.1.12 - Lipídeos**

A quantidade de lipídeos foi determinada por extração com mistura de solventes a frio, conforme método descrito por Bligh & Dyer (1959).

#### **3.3.1.13 - Carboidratos totais**

Os carboidratos totais foram calculados por diferença (100 menos a soma das porcentagens dos teores de água, lipídeos, proteínas e cinzas).

#### **3.3.1.14 - Pectina**

O teor de pectina foi determinado pelo método gravimétrico, conforme método descrito em Pearson (1991).

#### **3.3.1.15 - Valor calórico**

O valor calórico foi calculado multiplicando-se os teores de carboidratos e proteínas da amostra pelo fator de conversão 4,0 Kcal/g e o teor de lipídeos pelo fator de conversão 9,0 Kcal/g (ANVISA, 2005a).

#### **3.3.1.16 - Atividade de água**

A atividade de água foi determinada através de leitura direta da amostra na temperatura de ~25 °C, em higrômetro Aqua-Lab, modelo 4TE, fabricado pela Decagon.

#### **3.3.1.17 - Cor**

Foi determinada conforme metodologia descrita no item 3.2.1.3.

### **3.3.1.18 - Índice tecnológico**

Foi determinado através da relação entre os sólidos solúveis totais e o rendimento de polpa, expressa em percentagem, conforme Chitarra & Chitarra (2005).

### **3.3.2 - Caracterização microbiológica da polpa**

As análises microbiológicas da polpa foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), *Campus* de Bananeiras, quanto aos parâmetros estabelecidos pela legislação para polpa de frutas (BRASIL, 1978; 2000; 2001): coliformes totais, coliformes termotolerantes, bolores e leveduras e *Salmonella*. Como análises complementares de qualidade, ainda foram determinadas a contagem de mesófilos aeróbios e *Staphylococcus* coagulase positiva.

#### **3.3.2.1 - Coliformes totais**

Os coliformes totais foram determinados utilizando-se como meio de cultura o Caldo Lauril Sulfato, incubado em tubos de ensaio a 35 °C por 24-48 h. Os tubos positivos foram repicados para o Caldo Bile Verde Brilhante para o teste confirmatório, segundo metodologia descrita pelo APHA (2001).

#### **3.3.2.2 - Coliformes termotolerantes**

A contagem dos coliformes termotolerantes foi determinada utilizando-se o Caldo EC (Caldo *Escherichia coli*) oriundos dos tubos positivos para coliformes totais (item 3.3.2.1), incubado em tubos de ensaio a 45,5 °C por 48 h em banho-maria, segundo metodologia descrita pelo APHA (2001).

#### **3.3.2.3 - Bolores e leveduras**

Os bolores e leveduras foram quantificados pela técnica de contagem em meio de cultura o ágar padrão (*Plate Count Agar* - PCA), incubado em placas de petri a 35 °C por 48 h, segundo metodologia descrita pelo APHA (2001).

#### **3.3.2.4 - *Salmonella* sp.**

A contagem de *Salmonella* sp. foi efetuada em meios de cultura ágar Verde Brilhante (BG) e ágar *Salmonella-Shigella* (SS). Os meios foram inoculados em estrias e incubados a 35-37 °C, por 24 h, segundo metodologia descrita pelo APHA (2001).

#### **3.3.2.5 - *Staphylococcus* coagulase positivo**

A contagem de *Staphylococcus* coagulase positivo foi quantificada utilizando-se o método de contagem “Spread-plate” em ágar Baird Parker (BP). As placas foram incubadas em estufa a 35-37 °C, por 24-48 h, segundo metodologia descrita pelo APHA (2001).

#### **3.3.2.6 - Mesófilos aeróbicos**

A contagem das bactérias aeróbias mesófilas foi determinada utilizando-se a técnica *pour plate* (plaqueamento), com ágar Padrão para Contagem (*Plate Count Agar* - PCA) em placas estéreis. As placas foram invertidas e incubadas em estufa bacteriológica a 35 °C durante 48 h. A contagem das placas foi realizada com o auxílio do contador de colônias modelo CP 600 *Plus*, marca *Phoenix*<sup>®</sup>, de acordo com o método descrito em APHA (2001).

### **3.4 - Elaboração das polpas formuladas para liofilização**

Estão apresentadas na Tabela 3.1 as formulações da polpa de umbu-cajá com maltodextrina ou goma arábica destinadas à liofilização. Foram elaboradas seis formulações de polpa de umbu-cajá para secagem pelo processo de liofilização utilizando-se maltodextrina e goma arábica nas concentrações de 10, 20 e 30%. Ainda foi elaborada uma formulação sem adição de adjuvante de secagem, constituindo-se em formulação padrão.

**Tabela 3.1** - Formulações de polpa de umbu-cajá com maltodextrina ou goma arábica destinadas à liofilização

<b>Formulação</b>	<b>Polpa de umbu-cajá (%)</b>	<b>Maltodextrina (%)</b>	<b>Goma arábica (%)</b>	<b>Total (%)</b>
P	100	-	-	100
M10	90	10	-	100
M20	80	20	-	100
M30	70	30	-	100
G10	90	-	10	100
G20	80	-	20	100
G30	70	-	30	100

P - formulação padrão; M10, M20 e M30 - formulações com respectivamente 10, 20 e 30% de maltodextrina; G10, G20 e G30 - formulações com respectivamente 10, 20 e 30% de goma arábica.

### 3.4.1 - Caracterização física, química e físico-química das polpas formuladas

As polpas formuladas destinadas à liofilização foram caracterizadas química, física e físico-quimicamente quanto aos parâmetros: sólidos solúveis totais, teor de água, pH, acidez total titulável, relação SST/ATT, açúcares totais em glicose, açúcares redutores em glicose e não redutores em sacarose, ácido ascórbico, cinzas, proteína bruta, lipídeos, carboidratos totais, valor calórico, atividade de água (metodologias do item 3.3.1) e cor (metodologia do item 3.2.1.3).

### 3.5 - Processo de liofilização e obtenção dos pós de umbu-cajá

Foi utilizado um liofilizador de bancada da marca Christ, modelo ALPHA 1-2 LDplus, que consiste basicamente de painel digital, bomba a vácuo, câmara de condensação com válvula de dreno integrada, câmara de secagem em acrílico constando, na parte superior, manifold com oito torneiras de silicone para o encaixe de balões de vidro com sistema de alívio de vácuo e, no interior da câmara de secagem, há um suporte em aço inoxidável para três bandejas (Figura 3.2).

Quantidades de 200 g das polpas de umbu-cajá formuladas no item 3.4 foram acondicionadas em formas plásticas e submetidas a congelamento lento através do contato direto das mesmas com o ambiente resfriado em freezer à -18 °C por 24 h. Em seguida, as

amostras congeladas foram dispostas em dispostas em balões de vidro com fundo redondo com capacidade para 500 mL e liofilizadas à temperatura de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 48 h. Após liofilização, as polpas formuladas de umbu-cajá desidratadas foram desintegradas com uso de almofariz e pistilo e avaliadas quanto a parâmetros físicos, químicos e físico-químicos.



**Figura 3.2** - Liofilizador utilizado nas secagens

### **3.5.1 - Caracterização física, química e físico-química do umbu-cajá em pó**

As amostras de umbu-cajá em pó foram caracterizadas química, física e físico-quimicamente quanto aos parâmetros: sólidos solúveis totais, teor de água, sólidos totais, pH, acidez total titulável, relação SST/ATT, açúcares totais em glicose, açúcares redutores em glicose e não redutores em sacarose, ácido ascórbico, cinzas, composição mineral, proteína bruta, lipídeos, carboidratos totais, valor calórico, atividade de água (metodologias do item 3.3.1), cor, molhabilidade, solubilidade, higroscopicidade, densidade aparente, densidade compactada, densidade real, porosidade, fator de Hausner, Índice de compressibilidade, teste de fluidez e morfologia das partículas de pó.

#### **3.5.1.1 - Cor**

Além de determinação dos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $c^*$  e  $h^*$ , segundo metodologias do item 3.2.1.3, ainda foi determinada a diferença total de cor, também denominado de alteração total de cor. A polpa de umbu-cajá em pó sem adjuvante foi utilizada como referência (padrão) às amostras de polpa de umbu-cajá em pó formulada com

maltodextrina e goma arábica. O cálculo da diferença total de cor foi de acordo com a Equação 3.4:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (3.4)$$

em que:

$\Delta E^*$  - diferença total de cor;

$\Delta L^*$  - diferença entre  $L^*$  padrão e amostra em pó com adjuvante;

$\Delta a^*$  - diferença entre  $a^*$  padrão e amostra em pó com adjuvante;

$\Delta b^*$  - diferença entre  $b^*$  padrão e amostra em pó com adjuvante;

### 3.5.1.2 - Molhabilidade

Foi utilizado o método de molhabilidade estático proposto por Freudig et al. (1999), com algumas modificações. Esse método consiste em depositar suavemente 1 g de amostra sobre 100 mL de água destilada a 25 °C e determinar visualmente o tempo necessário para que todas as partículas se molhem. A molhabilidade foi calculada de acordo com a Equação 3.5:

$$M = \frac{N}{t} \quad (3.5)$$

em que:

M – molhabilidade, mg/s;

N - massa da amostra, mg;

t - tempo, s.

### 3.5.1.3 - Solubilidade

A solubilidade foi determinada pelo método de Eastman & Moore (1984) e modificado por Cano-Chauca et al. (2005). Um grama de pó foi cuidadosamente adicionado em 100 mL de água sob alta velocidade de agitação em um agitador magnético por 5 min. O pó disperso em água foi centrifugado a 2600 rpm por 5 min. Uma alíquota de 25 mL do sobrenadante foi transferida para uma placa de Petri previamente tarada e submetida à secagem em estufa a 105 °C por 24 h. A solubilidade foi calculada de acordo com a Equação 3.6:

$$S = \left[ \left( \frac{M_s}{M_a} \right) \times 4 \right] \times 100 \quad (3.6)$$

em que:

S – solubilidade (%);

$M_s$  - massa dos sólidos dissolvidos no sobrenadante, g;

$M_a$  - massa da amostra, g.

#### 3.5.1.4 - Higroscopicidade

Foi determinada de acordo com o método proposto por Cai & Corke (2000), com algumas modificações. As amostras em pó (cerca de 1 g) foram colocadas em um recipiente hermético contendo uma solução saturada de NaCl (umidade relativa de 75,29%) a 25 °C por sete dias, com posterior pesagem dos pós. A higroscopicidade foi expressa como g de água adsorvida por 100 g de massa da amostra.

#### 3.5.1.5 - Densidade aparente

A densidade aparente foi determinada segundo método utilizado por Souza et al. (2010b), com algumas adaptações. Foram pesados 4 g de umbu-cajá em pó em proveta graduada de 25 mL, sem compactação, para determinação do volume total ocupado pelo sólido. A densidade aparente foi calculada conforme Equação 3.7:

$$\rho_a = \frac{m_s}{V_t} \quad (3.7)$$

em que:

$\rho_a$  - densidade aparente, g/cm<sup>3</sup>;

$m_s$  - massa do sólido, g;

$V_t$  - Volume total, cm<sup>3</sup>.

#### 3.5.1.6 - Densidade compactada

Para a determinação da densidade compactada, 2 g de umbu-cajá em pó foram transferidos para uma proveta graduada de 25 mL. A densidade compactada foi calculada a

partir da massa de pó contida na proveta depois de ser batida manualmente 100 vezes sobre a superfície de bancada a uma altura de 10 cm (GOULA & ADAMOPOULOS, 2004), conforme Equação 3.8:

$$\rho_c = \frac{m_s}{V_{sc}} \quad (3.8)$$

em que:

$\rho_c$  - densidade compactada, g/cm<sup>3</sup>;

$m_s$  - massa do sólido, g;

$V_{sc}$  - volume do sólido após compactação, cm<sup>3</sup>.

### 3.5.1.7 - Densidade real

Foi calculada conforme Souza et al. (2010b), com algumas adaptações. Foram pesados 2 g de umbu-cajá em pó cuidadosamente em uma proveta graduada de 25 mL, que teve seu volume completado com volume conhecido de tolueno. Este foi utilizado devido à capacidade de penetrar entre os grânulos dos sólidos sem dissolvê-los (CAPARINO et al., 2012). A densidade real foi determinada segundo a Equação 3.9:

$$\rho_r = \frac{m_s}{V_s} \quad (3.9)$$

em que:

$\rho_r$  - densidade real, g/cm<sup>3</sup>;

$m_s$  - massa do sólido, g;

$V_s$  - Volume do sólido, cm<sup>3</sup>.

### 3.5.1.8 - Porosidade

Na determinação da porosidade foi utilizado o método de Krokida & Maroulis (1997), de acordo com a Equação 3.10.

$$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_a}{\rho_r} \quad (3.10)$$

em que:

$\varepsilon$  - porosidade;

$\rho_a$  - densidade aparente, cm<sup>3</sup>;

$\rho_r$  - densidade real, cm<sup>3</sup>.

### 3.5.1.9 - Fator de Hausner e índice de compressibilidade

A partir das densidades aparente e compactada foram determinados o Fator de Hausner e o Índice de compressibilidade (YUSOF et al., 2012), conforme as Equações 3.11 e 3.12, respectivamente:

$$FH = \frac{\rho_c}{\rho_a} \quad (3.11)$$

em que:

FH - Fator de Hausner;

$\rho_c$  - densidade compactada, g/cm<sup>3</sup>;

$\rho_a$  - densidade aparente, g/cm<sup>3</sup>.

$$IC = \frac{\rho_c - \rho_a}{\rho_c} \quad (3.12)$$

em que:

IC - índice de compressibilidade;

$\rho_c$  - densidade compactada, cm<sup>3</sup>;

$\rho_a$  - densidade aparente, cm<sup>3</sup>.

### 3.5.1.10 - Teste de fluidez

A análise de fluidez foi realizada de acordo com o método descrito por Bhandari et. al. (1998) baseado na medida do ângulo de repouso estático. Para tanto, 10 gramas de amostra foi despejada vagarosamente em um funil de vidro fixado a uma altura fixa de 15 cm em um suporte colocado em superfície horizontal. A amostra foi coletada em uma folha de papel milimetrado e a partir do raio da base e da altura do cone formado pelo pó, foi determinado o ângulo de repouso (Equação 3.13):

$$\alpha = \arctan \frac{h}{r} \quad (3.13)$$

em que:

$\alpha$  - ângulo de repouso;

h - altura do cone, cm;

r - raio da base, cm.

### 3.5.1.11 - Morfologia das partículas de pó

A análise morfológica das partículas foi realizada através de microscopia eletrônica de varredura (MEV) em um microscópio eletrônico de varredura SSX-550 SUPERSCAN da Shimadzu, Japão, operando-se a 15 kV. Para obter as imagens por MEV, as amostras foram metalizadas com uma liga de ouro por 240 segundos com corrente de 10 mA em metalizador Shimadzu IC-50, sob condições de vácuo elevado, a fim de proporcionar uma superfície refletora para os feixes de elétrons. Em seguida, as amostras recobertas com ouro foram visualizadas no microscópio e as estruturas morfológicas fotografadas em ampliações de 100×, 200×, 500× e 1000×.

### 3.5.2 - Isotermas de adsorção de água e calor isostérico

As isotermas de adsorção de água das sete formulações de umbu-cajá em pó obtidas no item 3.5 foram determinadas pelo método estático-indireto (CAPRISTE & ROTSTEIN, 1982) na temperatura de 30 °C. Aproximadamente 1 g de amostra foi pesada em recipiente de aço inoxidável e colocada em suporte no interior de um recipiente hermeticamente fechado contendo água destilada (ambiente saturado), que foi mantido em câmara incubadora tipo BOD (Biochemical Oxygen Demand) regulada para a temperatura de 30 °C. As amostras foram monitoradas através de pesagens em balança analítica e medição da atividade de água em AquaLab 3TE da Decagon Devices, até que não houvesse mais variação de massa entre as pesagens. Posteriormente foi determinado o teor de água de equilíbrio em estufa a vácuo a 70 °C, sendo esse teor calculado conforme a Equação 3.14, através da diferença entre a massa da amostra em equilíbrio e a massa da amostra seca.

$$X_{eq} = \frac{m_{eq} - m_s}{m_s} \quad (3.14)$$

em que:

$X_{eq}$  - teor de água de equilíbrio, bs;

$m_{eq}$  - massa da amostra no equilíbrio, g;

$m_s$  - matéria seca da amostra, g.

Os modelos matemáticos descritos na Tabela 3.2 foram ajustados aos dados experimentais das isotermas de adsorção de água, através de regressão não linear, pelo método Quasi-Newton, utilizando-se o programa Statistica 5.0.

**Tabela 3.2** - Modelos matemáticos utilizados para estimar as isotermas de adsorção de água das amostras de umbu-cajá em pó

Designação	Modelo	
GAB	$X_{eq} = \frac{X_m \cdot C \cdot K \cdot a_w}{(1 - K \cdot a_w) \cdot (1 - K \cdot a_w + C \cdot K \cdot a_w)}$	3.15
Henderson	$X_{eq} = \left[ \frac{-\ln(1 - a_w)}{b} \right]^{\frac{1}{a}}$	3.16
Oswin	$X_{eq} = a \cdot \left( \frac{a_w}{1 - a_w} \right)^b$	3.17

Em que:  $a_w$  - atividade de água, adimensional;  $X_{eq}$  - Teor de água de equilíbrio (bs);  $X_m$  - teor de água na monocamada molecular (bs);  $C$  - constante relacionada com o calor de sorção da camada molecular;  $a$ ,  $b$ ,  $K$  - constantes do modelo.

Na determinação do grau de ajuste de cada modelo às isotermas de adsorção de água foram consideradas as magnitudes do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e do erro médio relativo (P), calculado de acordo com a Equação 3.18.

$$P = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{V - V_o}{V} \right| \quad (3.18)$$

em que:

P - erro médio relativo (%);

V - valor observado experimentalmente;

$V_o$  - valor estimado pelo modelo.

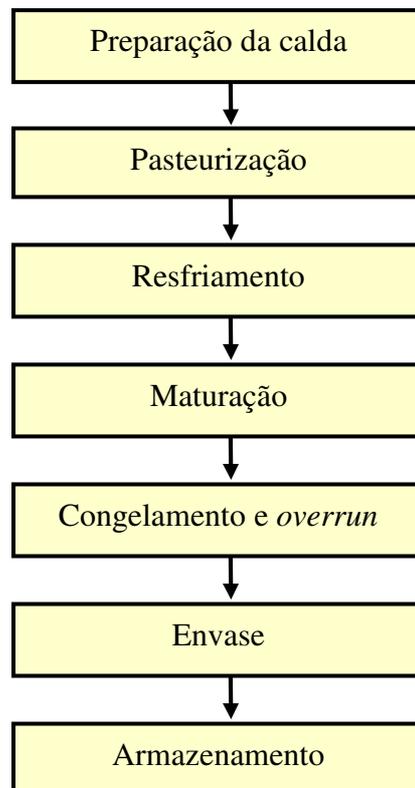
### 3.5.3 - Armazenamento do umbu-cajá em pó

As sete formulações de umbu-cajá em pó obtidas foram acondicionadas em embalagens flexíveis laminadas e estocadas em condições ambientais de Campina Grande, PB, por 180 dias (temperatura e umidade relativa médias de 26,42 °C e 80,8%, respectivamente). Durante o armazenamento foi acompanhada a evolução de características físicas, químicas e físico-químicas através de análises periódicas no tempo

inicial (tempo zero) e a cada 30 dias de armazenagem. Os parâmetros avaliados durante o armazenamento foram: sólidos solúveis totais, pH, teor de água, sólidos totais, acidez total titulável, relação SST/ATT, açúcares redutores, ácido ascórbico, atividade de água (de acordo com os métodos listados em 3.3.1) e cor (segundo metodologias dos itens 3.2.1).

### 3.6 - Processamento dos sorvetes prebióticos

Os sorvetes de umbu-cajá em pó com características prebióticas foram processados utilizando-se diferentes concentrações de pó de umbu-cajá produzido com polpa formulada com 10% de maltodextrina nas concentrações de 2 (F1), 4 (F2), 6 (F3), 8 (F5) e 10% (F5). Também foram utilizados, mediante testes preliminares, 3% de inulina, 5% de gordura vegetal, 5% de creme de leite, 5% de leite em pó, 12% de sacarose, 2% de xarope de glicose, 0,050% de estabilizante (goma xantana), 0,45% de emulsificante (Emustab<sup>®</sup>) e leite de cabra para o balanço total de 100%. Os sorvetes foram processados por processo descontínuo de acordo com o fluxograma descrito na Figura 3.3.



**Figura 3.3** - Fluxograma do processamento dos sorvetes prebióticos

Para preparação da calda, os ingredientes secos e líquidos foram misturados em liquidificador industrial sob agitação contínua. Inicialmente a gordura vegetal liquefeita, o creme de leite, o xarope de glicose, a inulina e o leite caprino foram homogeneizados por 3 min e, posteriormente, foram adicionados os ingredientes secos (umbu-cajá em pó, leite em pó, sacarose e estabilizante), os quais foram misturados por 3 min. Em seguida foi acrescentado o emulsificante seguido de homogeneização por 5 min.

A calda foi submetida à pasteurização lenta à temperatura de 70 °C por 30 min em banho-maria, seguida de resfriamento até 4 °C. Na maturação, a calda foi mantida a 4 °C por 5 h, com agitação manual a cada 30 min. A calda maturada foi colocada em freezer à temperatura de -18 °C e após 2 h, quando se observou a formação dos primeiros cristais de gelo, ocorreu a incorporação de ar (*overrun*) através do batimento da calda em batedeira em alta rotação por 5 min. A calda parcialmente aerada foi levada ao freezer e, após 2 h, a operação de aeração foi repetida. A calda aerada foi fracionada em potes de polietileno e acondicionada em freezer (-18 °C), até realização das análises físicas, químicas, físico-químicas e sensoriais.

### **3.6.1 - Caracterização física, química e físico-química do leite de cabra**

O leite de cabra utilizado no processamento dos sorvetes prebióticos foi caracterizado química, física e físico-quimicamente quanto aos parâmetros: cinzas, proteínas (fator de conversão de 6,38), carboidratos totais, valor calórico, pH, atividade de água, ácido ascórbico (metodologias do item 3.3.1), cor (metodologias do item 3.2.1), extrato seco total, extrato seco desengordurado, gordura, acidez em ácido láctico, densidade e lactose.

#### **3.6.1.1 - Extrato seco total**

O extrato seco total foi determinado pelo método de secagem das amostras em estufa a 105 °C até peso constante, segundo método do IAL (2008).

#### **3.6.1.2 - Extrato seco desengordurado**

O extrato seco desengordurado foi calculado pela subtração do teor de gordura da porcentagem de extrato seco total, de acordo com o IAL (2008).

### **3.6.1.3 - Gordura**

A gordura foi determinada segundo o método de Gerber (IAL, 2008) utilizando lactobutirômetro. O método baseia-se na quebra da emulsão do leite pela adição de ácido sulfúrico e álcool isoamílico, centrifugação e posterior determinação da gordura.

### **3.6.1.4 - Acidez em ácido láctico**

A acidez em ácido láctico foi determinada através da técnica titulométrica, que se baseia na neutralização da amostra com a solução padronizada de NaOH 0,1 N (IAL, 2008).

### **3.6.1.5 - Densidade**

A densidade foi determinada com utilização de densímetro (termolactodensímetro de Quevenne ou Gerber) de massa constante que foi introduzido no leite provocando seu deslocamento que foi, em massa, igual a do densímetro utilizado e, em volume, proporcional a densidade da amostra (IAL, 2008).

### **3.6.1.6 – Lactose**

Utilizou-se a técnica de titulometria com solução de Fehling em aquecimento, após precipitação das proteínas com solução de sulfato de zinco a 30% e ferrocianeto de potássio a 15%, conforme metodologia descrita pelo IAL (2008).

## **3.6.2 - Caracterização física, química e físico-química dos sorvetes**

Os sorvetes prebióticos elaborados com leite de cabra e polpa de umbu-cajá em pó foram caracterizados química, física e físico-quimicamente quanto aos parâmetros: sólidos solúveis totais, acidez total em ácido cítrico, teor de água, sólidos totais, pH, relação SST/ATT, açúcares totais em glicose, açúcares redutores em glicose e não redutores em sacarose, cinzas, proteína bruta, lipídeos, carboidratos totais, valor calórico, atividade de

água, ácido ascórbico (metodologias do item 3.3.1), cor (metodologias do item 3.2.1), incorporação de ar (*overrun*), teste de derretimento e análise do perfil de textura (TPA).

### 3.6.2.1 - *Overrun*

Para determinação do *overrun* foi utilizada a Equação 3.19, através da relação entre a massa da amostra aerada e a massa da calda (AKIN et al., 2007):

$$Overrun = \frac{M_1 - M_2}{M_2} \times 100 \quad (3.19)$$

em que:

$M_1$  - massa da calda, g;

$M_2$  - massa de igual volume de sorvete, g.

### 3.6.2.2 - Teste de derretimento

O teste de fusão foi determinado de acordo com o método modificado de Lee & White (1991). Amostras de sorvete (50 g) foram colocadas sobre uma malha de aço com aberturas de 2 mm, acoplada a um funil de vidro que drenou o sorvete derretido para um bécker. A temperatura foi mantida a  $25 \pm 1$  °C e o tempo total de derretimento do sorvete drenado foi registrado.

### 3.6.2.3 – Análise do perfil de textura (TPA)

Os sorvetes prebióticos de umbu-cajá foram submetidos à análise do perfil de textura (TPA) em texturômetro universal modelo TA-XT *plus* - Textura Analyzer do fabricante *Stable Micro Systems* equipado com o *software* Exponent *Stable Micro Systems*, com utilização do probe P-36R, para a obtenção dos atributos de dureza, adesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade. Os parâmetros para a realização das medições foram os seguintes: velocidade pré-teste: 2 mm/s; velocidade de teste: 5 mm/s; velocidade pós-teste: 5 mm/s; distância: 10 mm e força de contato: 0,1 g.

### 3.6.3 - Caracterização microbiológica dos sorvetes

Os sorvetes prebióticos elaborados com leite de cabra e polpa de umbu-cajá em pó foram analisados quanto aos parâmetros de coliformes totais, coliformes termotolerantes, bolores e leveduras, *Salmonella* e *Staphylococcus* coagulase positiva, de acordo com metodologias do item 3.3.2.

### 3.6.5 - Análise sensorial dos sorvetes

A avaliação sensorial dos sorvetes prebióticos seguiu as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993), com equipe de 60 provadores não treinados. As diferentes formulações de sorvetes foram avaliadas quanto a aceitação, de acordo com Dutcosky (2013), utilizando-se uma escala hedônica estruturada mista de nove pontos, em que: 1 - desgostei muitíssimo; 2 - desgostei muito; 3 - desgostei moderadamente; 4 - desgostei ligeiramente; 5 - nem gostei e/ou nem desgostei; 6 - gostei ligeiramente; 7 - gostei moderadamente; 8 - gostei muito; 9 - gostei muitíssimo, com avaliação dos atributos sensoriais: cor, aparência, odor, textura, sabor e impressão global.

A avaliação sensorial foi realizada de 9 as 11h e de 14 as 16 h. As cinco formulações de sorvetes foram servidos em temperatura de aproximadamente -18 °C em copos plásticos codificadas com 3 dígitos aleatórios, em quantidades padronizadas com cerca de 20 g. Juntamente com as amostras, ainda foram fornecidos água mineral para limpeza do palato entre as avaliações dos sorvetes.

Foi avaliada ainda a intenção de compra dos sorvetes de acordo com uma escala estruturada mista de cinco pontos, em que: 1 - certamente não compraria; 2 - provavelmente não compraria; 3 - tenho dúvidas se compraria ou não; 4 - provavelmente compraria; 5 - certamente compraria.

Calculou-se o índice de aceitabilidade (Equação 3.20) para todos os atributos avaliados pelos julgadores (GULARTE, 2009) a fim de se determinar o índice de aceitabilidade médio para cada sorvete individualmente.

$$\text{Índice de aceitabilidade (\%)} = \frac{M}{N} \times 100 \quad (3.20)$$

em que:

M - média do somatório dos resultados dos julgadores;

N - número de pontos utilizados na escala de avaliação.

### 3.7 - Análise estatística

Os dados das caracterizações físicas, químicas e físico-químicas das polpas de umbu-cajá formuladas e das polpas de umbu-cajá em pó foram submetidos à análise estatística. O delineamento experimental foi o fatorial  $4 \times 2 \times 3$ , sendo quatro concentrações de aditivos (0, 10, 20 e 30%), dois tipos de aditivos utilizados (maltodextrina e goma arábica) e três repetições, utilizando-se o programa computacional *Assistat* versão 7.5. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação de médias feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A análise estatística dos dados do armazenamento do umbu-cajá em pó foi realizada utilizando-se o programa computacional *Assistat* versão 7.5, por meio de delineamento experimental fatorial  $7 \times 7 \times 3$ , sendo sete formulações (umbu-cajá em pó), sete períodos de armazenamento e três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação de médias foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados das caracterizações físicas, químicas, físico-químicas e sensoriais das diferentes formulações de sorvetes prebióticos elaborados com leite de cabra e polpa de umbu-cajá em pó foram submetidos à análise estatística. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizados com cinco tratamentos e três repetições, utilizando-se o programa computacional *Assistat* versão 7.5. Para a análise sensorial, o número de repetições foi 60 provadores. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação entre médias foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 - Caracterização física dos frutos de umbu-cajá

Estão apresentados na Tabela 4.1 os resultados médios da caracterização física dos frutos de umbu-cajá. Observou-se massa superior a 20 g, situando-se dentro das faixas de 17,77 a 22,30 g evidenciada por Lima et al. (2002) em frutos de umbu-cajá em cinco estádios de maturação provenientes de Areia, PB, e 17,99 a 24,80 g reportada por Lira Júnior et al. (2005) em genótipos de mesmo fruto oriundos da mesorregião da Mata Pernambucana. Considerando-se a ausência de recomendações técnicas para características físicas de frutos de umbu-cajá, optou-se por comparar o resultado obtido com o proposto por Bosco et al. (2000) para frutos de cajá, que agrupam como frutos grandes, aqueles com massa fresca superiores a 15 g, médios entre 12 e 15 g e pequenos, os inferiores a 12 g. Assim, os frutos de umbu-cajá deste trabalho foram classificados como grandes. Deve-se considerar que variações na massa dos frutos da umbu-cajazeira podem existir devido às condições edafoclimáticas e fator genético no qual as plantas foram cultivadas (SANTOS et al., 2010a). Todavia, os frutos com as maiores massas e os de maiores tamanhos tornam-se os mais atrativos para os consumidores no mercado de frutas frescas (LIRA JÚNIOR et al., 2005).

**Tabela 4.1** - Caracterização física dos frutos de umbu-cajá

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor médio</b>	<b>Parâmetro</b>	<b>Valor médio</b>
Massa do fruto (g)	20,70 ± 4,75	Luminosidade (L*)	61,38 ± 0,69
Diâmetro longitudinal (mm)	35,29 ± 2,98	Intensidade de vermelho (+a*)	17,62 ± 0,24
Diâmetro transversal (mm)	33,12 ± 2,79	Intensidade de amarelo (+b*)	49,72 ± 0,60
Relação DL/DT	1,07 ± 0,06	Croma (C*)	52,75 ± 0,63
Rendimento de polpa (%)	69,30 ± 0,57	Ângulo de tonalidade (h*)	70,48 ± 0,15

DL – Diâmetro longitudinal; DT – Diâmetro transversal.

A relação diâmetro longitudinal/diâmetro transversal (DL/DT) foi próxima a 1,1, indicando que os frutos avaliados apresentaram características arredondadas. Santos et al. (2010a) relataram que quanto mais arredondado é o fruto, mais esta variável se aproxima

de 1,0. Essa característica é importante do ponto de vista tecnológico, em que as agroindústrias dão maior preferência aos frutos arredondados, por facilitarem as operações de limpeza e processamento (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Lira Júnior et al. (2005) encontraram para a relação DL/DT valor médio de 1,17, com formato dos frutos mais arredondados, assemelhando-se ao verificado para o umbu-cajá deste trabalho, enquanto Santos et al. (2010a) publicaram, para esta relação, dado de 1,39, o que indica um formato mais piriforme.

O DL foi cerca de 6,5% superior em relação ao DT, atestando tendência mais arredondada dos frutos, com valores superiores a 35 mm para o DL e 33 mm para o DT. Esses resultados estão semelhantes aos publicados por Lima et al. (2002) em frutos de umbu-cajá em diferentes estádios de maturação, com DL variando de 35,0 a 38,5 mm e DT na faixa de 24,5 a 34,0 mm e Carvalho et al. (2008) em genótipos com DL e DT dentro da faixa de 31 a 46 mm e 26 e 38 mm, respectivamente. Em contrapartida, Gondim et al. (2013) encontraram DL e DT médios de 41,89 e 34,35 mm para frutos de umbu-cajá provenientes de Areia, PB, portanto, ligeiramente superiores aos dados dos frutos deste trabalho.

O umbu-cajá relevou rendimento em polpa em torno de 69%, próximo a faixa mencionada por Lima et al. (2002) para genótipos da espécie (55 a 65%), demonstrando assim grande potencial do fruto para a indústria alimentícia, principalmente de polpa e sucos, sendo o principal fator para a aquisição da matéria-prima (SANTOS et al., 2010a). Esse resultado está próximo ao de Gondim et al. (2013), que encontraram rendimentos oscilando entre 61,47 e 70,86% em genótipos de umbu-cajá da Paraíba e inferior ao resultado publicado por Lira Júnior et al. (2005), em frutos de umbu-cajá de Pernambuco, com rendimentos entre 81,94 e 85,63%.

Segundo Maldonado-Astudillo et al. (2014), a coloração externa da fruta é uma dos principais atributos utilizados pelo consumidor no momento de aquisição do produto. No caso do umbu-cajá, percebeu-se luminosidade ( $L^*$ ) elevada, superior a 60, atestando que o mesmo é percebido como claro. A  $L^*$  verificada neste estudo pode ter sido afetada pela provável presença natural de cera acumulada sobre a superfície do fruto, o que poderia aumentar a refração da luz, uma vez que este acúmulo é um processo natural no desenvolvimento de muitas espécies vegetais (ARGENTA, 2006). Ao avaliar a  $L^*$  de frutos de umbu-cajá provenientes de Patos, PB, Oliveira (2012) relatou dado inferior, correspondendo a 51,71, o que pode estar relacionado a variações genotípicas, climáticas ou relativas a tratamentos culturais.

Os frutos apresentaram coloração da casca com predomínio da tonalidade amarela ( $+b^*$ ) sobre a vermelha ( $+a^*$ ), com o último parâmetro correspondendo a menos de 36%, em valores absolutos, em relação ao último. Isso é devido à presença de pigmentos carotenóides na casca. De acordo com Silva et al. (2015a), a distribuição dos carotenóides em frutos é extremamente complexa e sujeita a consideráveis variações, sendo que, muitas vezes, esses pigmentos encontram-se mais concentrados na casca do que na polpa, o que pode justificar o elevado valor para a  $+b^*$  nos frutos avaliados. Ao avaliarem a cor de frutos de umbu-cajá, Gomes et al. (2009) reportaram elevado valor de  $+b^*$ , com valores de quase 40 (variação de 35,09 a 39,68). Entretanto situando-se inferiores ao encontrado nos frutos deste estudo.

Em relação ao croma ( $C^*$ ), evidenciou-se valor superior a 50,0, o que pode refletir positivamente na aceitação visual do fruto por consumidores, visto que  $C^*$  elevado normalmente está relacionado a colorações mais vivas e atrativas. Oliveira (2012) reportou, ao avaliar a cor superficial de umbu-cajá, valor de  $C^*$  relativamente próximo, correspondendo a 48,85. Como esperado, o ângulo de tonalidade ( $h^*$ ) situou-se próximo a região do amarelo ( $h^*= 90^\circ$ ), corroborando o dado de  $+b^*$  que foi elevado. Esta observação está em conformidade com Oliveira (2012) que também encontrou  $h^*$  próximo a 90, ao analisarem umbu-cajá oriundo da Paraíba.

#### **4.2 - Caracterização física, química e físico-química da polpa de umbu-cajá**

Os dados da caracterização física, química e físico química da polpa de umbu-cajá estão listados na Tabela 4.2. Uma vez que não existe uma legislação específica que trate dos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) estabelecidos pelo Ministério da Agricultura e Pecuária para polpa de umbu-cajá, alguns resultados referentes à sua caracterização foram comparados com o especificado para a polpa de cajá (BRASIL, 2000a), fruto do mesmo gênero que apresenta características físico-químicas similares. Observou-se que a polpa de umbu-cajá apresentou-se em conformidade com a legislação vigente (BRASIL, 2000a), que estabelece valores mínimos de sólidos totais de 9,5%, pH de 2,2, acidez total de 0,9%, sólidos solúveis totais de 9 °Brix e teor máximo de 12% de açúcares totais para a polpa de cajá.

**Tabela 4.2** - Caracterização física, química e físico-química da polpa de umbu-cajá

Parâmetro	Valor médio	Parâmetro	Valor médio
Teor de água (%)	89,77 ± 0,06	Açúcares totais (%)	7,15 ± 0,03
Sólidos totais (%)	10,23 ± 0,06	Açúcares redutores (%)	6,91 ± 0,02
Lipídeos (%)	0,08 ± 0,01	Açúcares não redutores (%)	0,23 ± 0,02
Proteínas (%)	1,27 ± 0,02	Pectina (%)	0,11 ± 0,01
Cinzas (%)	0,64 ± 0,01	Atividade de água ( $a_w$ )	0,984 ± 0,02
Carboidratos totais (%)	8,24 ± 0,06	Luminosidade ( $L^*$ )	55,29 ± 0,20
Valor energético (Kcal/100 g)	38,76 ± 0,30	Intensidade de vermelho (+a*)	12,83 ± 0,05
Ácido ascórbico (mg/100 g)	16,21 ± 0,06	Intensidade de amarelo (+b*)	44,45 ± 0,10
Acidez total titulável (%)	1,80 ± 0,01	Croma ( $C^*$ )	46,27 ± 0,08
pH	2,52 ± 0,01	Ângulo de tonalidade ( $h^*$ )	73,90 ± 0,09
Sólidos solúveis totais (°Brix)	12,00 ± 0,20	Índice tecnológico (%)	8,32 ± 0,07
Relação SST/ATT	6,65 ± 0,02	-	-

O teor de água apresentou-se elevado, com valor próximo a 90%, o que justifica a atividade de água ( $a_w$ ) superior a 0,98. Normalmente, frutas e polpas de frutas possuem  $a_w$  igual ou superior a 0,98 (FRANCO & LANDGRAF, 2003), o que favorece o desenvolvimento de bolores e leveduras e bactérias patogênicas, reforçando desse modo a necessidade de obtenção higiênica da polpa de umbu-cajá, com o seu armazenamento em condições adequadas de temperatura. Santos et al. (2010a), ao caracterizarem frutos de umbu-cajá provenientes do Recôncavo Sul da Bahia, reportaram teor de água de 91,3%, ligeiramente superior ao valor encontrado neste trabalho. Todavia, deve-se considerar que, de forma geral, a posição geográfica, o tipo de solo, a insolação, o clima, a temperatura média anual da região, a adubação, o grau de maturação dos frutos, dentre outros fatores, podem ser responsáveis por variações nas características físicas e químicas entre frutas da mesma espécie (MAGRO et al., 2006), o que pode justificar variações no teor de água entre polpas de umbu-cajá de diferentes origens.

Os sólidos totais, que expressam a riqueza nutricional e mineral do fruto, foram de aproximadamente 10%, semelhante ao valor observado por Oliveira (2012b) em frutos de

umbu-cajá provenientes do município de Patos, PB, com valor de 9,82%. Constatou-se baixo conteúdo de lipídeos, com valor inferior a 0,1%, o que já era esperado, visto que Potter (1968) afirmou que a maioria das frutas possui conteúdo de gordura inferior a 0,5%. Santos et al. (2010a) observaram teor de lipídeos de 0,11% em umbu-cajá proveniente da Bahia, sendo ligeiramente inferior ao valor encontrado neste trabalho. Apesar das frutas, de uma forma geral, não serem fontes potenciais de proteínas (SOUSA et al., 2011a), verificou-se conteúdo superior a 1% na polpa de umbu-cajá, estando semelhante ao valor reportado por Tiburski et al. (2011) para a polpa de cajá proveniente de Aracaju, com conteúdo protéico de 1,06%. O conteúdo mineral da polpa de umbu-cajá (0,64%) foi inferior aos valores reportados por Santos et al. (2010a) e Tiburski et al. (2011) respectivamente em frutos de umbu-cajá (0,99%) e cajá (0,76%) e superior ao teor verificado por Oliveira (2012b) em polpa de frutos da umbu-cajazeira (0,36%). Apesar de variações, o teor de cinzas deste trabalho encontrou-se dentro da faixa de variação de 0,4% a 2,1% apontada por Cecchi (2003) para polpas de frutas frescas.

Observou-se que o teor de carboidratos foi próximo a 8,0%, constituindo-se no segundo componente (m/m) em maior quantidade na polpa de umbu-cajá. Este resultado está próximo ao relatado por Oliveira (2012b) que evidenciou teor de 8,85% em polpa de umbu-cajá, e superior ao encontrado por Santos et al. (2010a) ao estudarem o mesmo fruto (6,97%). Em virtude do elevado teor de água e dos baixos conteúdos de lipídeos e proteínas, a polpa de umbu-cajá revelou baixo valor energético (38,76 kcal/100 g), semelhante ao reportado por Oliveira (2012b) e Santos et al. (2010a) em polpa de umbu-cajá, respectivamente com valores de 37,98 kcal/100 g e 30,12 kcal/100 g. Todavia, Tiburski et al. (2011) reportaram para o cajá, fruto do mesmo gênero, valor energético de 65,42 kcal/100 g, cerca de 40% superior em comparação com o umbu-cajá deste trabalho.

O conteúdo de ácido ascórbico (16,21 mg/100 g) foi próximo aos valores de Carvalho et al. (2008) e Silva et al. (2011a) em frutos de umbu-cajá provenientes da Bahia (16,4 mg/100 g) e do Ceará (16,77 mg/100 g), respectivamente. Considerando-se a necessidade diária de ácido ascórbico para um adulto, que é de 45 mg/dia (ANVISA, 2005b), a polpa de umbu-cajá integral não é uma fonte em potencial desse micronutriente, sendo necessário quase 278 g de polpa para suprir essa necessidade, enquanto que apenas 12 g de acerola são suficientes (CANUTO et al., 2010), levando-se em consideração o limite de ingestão recomendado. A acidez total titulável (ATT) foi superior a 1,0% (1,80%), o que torna a polpa de umbu-cajá interessante para a agroindústria, uma vez que, quando a fruta possui valor de ATT acima de 1,0%, não há necessidade da adição de ácido

cítrico para conservação da polpa, artifício utilizado para tornar o meio impróprio ao desenvolvimento de alguns micro-organismos (LIMA et al., 2002; LIRA JÚNIOR et al., 2005; CARVALHO et al., 2008). O valor da ATT deste trabalho encontrou-se dentro da faixa variação relatada por Lira Júnior et al. (2005) em genótipos de umbu-cajá provenientes de Pernambuco (1,25 a 2,02%).

O pH apresentou-se baixo, com valor inferior a 3,0, por se tratar de grandeza inversamente relacionada a ATT, que mostrou-se elevada. Resultados baixos para pH, também inferiores a 3,0, foram relatados por Santos et al. (2010a) e Rodrigues et al. (2012) em genótipos da umbu-cajazeira. Ao caracterizarem frutos de umbu-cajá provenientes da Paraíba, Gondim et al. (2013) reportaram pH variando de 3,38 a 3,47, sendo evidenciado como positivo, uma vez que pH mais elevados têm maior preferência do consumidor. Entretanto, deve-se considerar que baixos valores de pH em polpas de frutas garantem sua conservação sem a necessidade de tratamento térmico muito elevado (BENEVIDES et al., 2008), constituindo-se em fator limitante para o crescimento de micro-organismos patogênicos, a exemplo do *Clostridium botulinum* (SOUSA et al., 2011b).

Quanto aos sólidos solúveis totais (SST), observou-se teor de 12 °Brix, dentro da faixa reportada por Gondim et al. (2013) em genótipos de umbu-cajá oriundos da Paraíba (10,97 a 12,90 °Brix) e inferior aos valores de Lira Júnior et al. (2005) para genótipos do mesmo fruto provenientes de Pernambuco (12,95 a 16,07 °Brix). Essas variações entre frutos de umbu-cajá em ponto de consumo podem estar relacionadas a fatores genéticos e ambientais, mesmo se os mesmos forem colhidos com a mesma aparente maturidade. Todavia, frutos com altos teores de sólidos solúveis são geralmente preferidos para consumo *in natura* e para industrialização, por oferecerem a vantagem de propiciar maior rendimento no processamento, em razão da maior quantidade de açúcar produzido por quantidade de polpa (SANTOS et al., 2010a).

Verificou-se que a polpa de umbu-cajá apresentou baixo resultado para a relação SST/ATT, com valor de 6,65, evidenciando sabor ácido intenso do produto. De acordo com Cardoso et al. (2010), essa relação (SST/ATT) é um importante parâmetro qualitativo, pois dá o indicativo do sabor da fruta, uma vez que ele é consequência do balanceamento entre os constituintes de sabor doce e ácido desta. O valor da razão SST/ATT verificado neste estudo para a polpa de umbu-cajá são superiores aos resultados de polpas de outras frutas menos ácidas, como a bacaba (*Oenocarpus bacaba*), o caju e a graviola (CANUTO et al., 2010), o que torna a polpa deste trabalho sensorialmente menos doce. No estudo de

Carvalho et al. (2008) foi verificado em genótipos de frutos da umbu-cajazeira provenientes da Bahia, razão SST/ATT oscilando entre 4,3 a 10,6.

O teor de açúcares totais determinado equivale a 86,77% do teor de carboidratos. Deste montante, quase 97% correspondem aos açúcares redutores, o que já era esperado, uma vez que frutas de um modo geral são boas fontes de açúcares simples, a saber glicose e frutose (SANTOS et al., 2010a). O teor de açúcares totais foi semelhante ao observado por Oliveira (2012b), que obteve valor médio de 7,73% em polpa de umbu-cajá e dentro da faixa de variação expressa por Silva et al. (2011a) em genótipos do mesmo fruto, com valores compreendidos entre 4,12 e 10,80%. Os açúcares redutores situaram-se próximos aos valores publicados por Gondim et al. (2012) e superiores ao resultado médio de Santos et al. (2010a) ao caracterizarem frutos de umbu-cajá, com dados de 7,67 e 4,12%, respectivamente. No tocante aos açúcares não redutores, constatou-se conteúdo inferior a 0,30%, o que pode estar relacionada à hidrólise da sacarose durante o amadurecimento do umbu-cajá, aumentando desta forma os açúcares simples (SANTOS et al., 2013a). Os açúcares não redutores situaram-se inferiores aos valores de Oliveira (2012b) e Santos et al. (2010a), que reportaram conteúdos iguais a 0,72 e 3,20%, respectivamente.

A pectina esteve presente em pequena proporção na polpa de umbu-cajá (0,11%), não sendo suficiente para promover alteração na viscosidade do produto (MOURA et al., 2011). De acordo com Maldonado-Astudillo et al. (2014), a pectina, juntamente com a celulose e lignina, é um componente estrutural da parede celular de frutas, constituindo parte do teor de fibras solúveis do vegetal. Esse teor tende a diminuir com o amadurecimento, por isso, algumas frutas como o umbu-cajá quando maduras apresentam pequenas quantidades desse componente. Ao estudarem as características físicas e químicas de frutas do gênero *Spondias*, Oliveira (2012b) e Alves et al. (2000) reportaram teores de pectina de 0,09% (umbu-cajá) e 0,13% (cajá), respectivamente, estando próximo ao valor observado neste trabalho.

Em relação aos parâmetros de cor, observou-se que a polpa de umbu-cajá apresentou-se clara, com luminosidade ( $L^*$ ) superior a 50, aproximando-se dos valores reportados por Canuto et al. (2010) em polpa de cajarana (*S. lutea* Linn) e Zielinski et al. (2012) em polpa de umbu, que foram respectivamente de 56,10 e 52,58. Houve predominância da componente amarela ( $+b^*$ ) sobre a componente vermelha ( $+a^*$ ), cuja contribuição na cor da polpa de umbu-cajá foi pequena com valor abaixo de 13,0, indicando que o produto possui cor amarela intensa, característica de frutos em estágio de maturação completo, devido à presença do pigmento carotenóide (MOREIRA et al., 2012).

Santos (2009b) relatou que, em geral, as polpas de umbu-cajá causam boa atração visual devido ao “amarelo vivo” que refletem, sendo, portanto, um atributo de qualidade considerado pelas indústrias de beneficiamento que preferem cores atrativas, evitando a adição de corantes. O valor de  $+b^*$  foi superior a 40,0, estando em acordo com Oliveira (2012b) que relatou  $+b^*$  de 48,37. O croma ( $C^*$ ) e o ângulo de tonalidade ( $h^*$ ) revelaram-se próximos a 46,0 e 74,0, apresentando-se semelhantes aos dados de Zielinski et al. (2012) que reportaram  $C^*$  de 51,09 e  $h^*$  de 74,31 em polpa de cajá.

O índice tecnológico, também chamado de rendimento industrial, apresentou resultado de 8,32, superior ao observado por Santos et al. (2010a) ao caracterizarem polpa de umbu-cajá, que foi de 6,97. De acordo com Sacramento et al. (2007), índices de qualidade relacionando SST e rendimento industrial já são utilizados para o pagamento diferenciado de algumas frutas, sendo essa uma tendência que vem sendo adotada pelas indústrias de processamento. Na agroindústria, os frutos que apresentam os maiores índices de rendimento industrial são os mais desejáveis, por representarem maior possibilidade de concentração de sólidos solúveis.

#### **4.3 - Caracterização microbiológica da polpa de umbu-cajá**

Têm-se na Tabela 4.3 o resultado da caracterização microbiológica da polpa de umbu-cajá. Todos os parâmetros avaliados apresentaram-se em conformidade com as legislações brasileiras (BRASIL, 1978; 2000a; 2001), que tratam dos padrões de identidade e qualidade de polpas de frutas, produtos de frutas e similares. Resultados similares foram reportados por Santos et al. (2013a), Lima et al. (2012), Tavares Filho et al. (2010) e Silva et al. (2010b) ao avaliarem a qualidade microbiológica de polpas de umbu-cajá, acerola, cajá e bacuri (*Platonia insignis* Mart.), respectivamente.

A contagem de bactérias do grupo coliformes ( $< 3,0$  NMP/g) pode estar relacionada à adequada característica sanitária dos frutos utilizados na despolpa, a condição higiênica de manuseio no momento do processamento do umbu-cajá (MAIA et al., 2007), a inocuidade dos equipamentos e utensílios utilizados, somados a acidez natural do fruto que confere ao produto proteção contra alguns micro-organismos (LIMA et al., 2012), devido a redução do pH do meio. Por ser considerado um indicador de condições de higiene insatisfatórias na produção e/ou manipulação do alimento (FRANCO & LANDGRAF, 2003), a análise do resultado permite inferir que o processamento da polpa de umbu-cajá seguiu as normas preconizadas pelas Boas Práticas de Fabricação.

**Tabela 4.3** - Caracterização microbiológica da polpa de umbu-cajá

Parâmetro	Resultado	BRASIL (1978)*	BRASIL (2000)*	BRASIL (2001)*
Coliformes totais (NMP/g)	< 3,0	Max. 10 <sup>2</sup>	< 3,0	NE
Coliformes termotolerantes (NMP/g)	< 3,0	Ausente	Ausente	Max. 10 <sup>2</sup>
Bolores e leveduras (UFC/g)	7,0 × 10 <sup>1</sup>	Max. 10 <sup>3</sup>	Max. 5,0 × 10 <sup>3</sup>	NE
<i>Salmonella</i> sp.	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Mesófilos aeróbicos (UFC/g)	< 1,0 × 10 <sup>1</sup>	NE	NE	NE
<i>Staphylococcus</i> coagulase positivo (UFC/g)	< 1,0 × 10 <sup>1</sup>	NE	NE	NE

\*Padrões especificados por legislação; NE - Não especificado.

Observou-se contagem de bolores e leveduras de  $7,0 \times 10^1$  UFC/g, o que de acordo com Franco & Landgraf (2003) é normal, visto que alimentos frescos e congelados tendem a apresentar baixa contagem desses micro-organismos. Todavia, os mesmos autores afirmaram que contagens elevadas representam, além do aspecto deteriorante que pode levar inclusive à rejeição do produto, um risco à saúde pública devido à possível produção de micotoxinas por algumas espécies de bolores. Por isso Sebastiany et al. (2009) ressaltaram que, afim de garantir a fabricação de um produto isento de contaminações, devem ser empregados um controle sanitário de pessoal e de equipamentos efetivo, seleção criteriosa de matéria-prima, além de rigoroso controle do processo produtivo.

Não foi detectada *Salmonella* na amostra avaliada, atestando que a polpa de umbu-cajá estava apropriada para o consumo e processamento. As bactérias mesófilas aeróbias e os *Staphylococcus* coagulase positivo revelaram contagem inferior a  $< 1,0 \times 10^1$  UFC/g. Embora as legislações (BRASIL, 1978; 2000a; 2001) não estabeleçam padrões para esses micro-organismos, suas quantificações permitem analisar de forma mais ampla o grau de contaminação de uma amostra (FARIA et al., 2012). Contagens elevadas de mesófilos aeróbios podem indicar matérias-primas excessivamente contaminadas, limpeza e desinfecção de superfícies inadequadas, higiene inadequada na produção ou a combinação destas circunstâncias (OKURA et al., 2009). A detecção de *Staphylococcus* em alimentos está relacionada com manipulação inadequada durante o processamento (FERREIRA &

JUNQUEIRA, 2009), especialmente por parte do manipulador, uma vez que essa bactéria possui como habitat natural o organismo animal.

#### **4.4 - Caracterização física, química e físico-química da polpa de umbu-cajá formulada**

Estão disponíveis nas Tabelas B.1 a B.20, Apêndice B, as análises de variância dos resultados médios da caracterização física, química e físico-química da polpa de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica. Observou-se que a maioria dos parâmetros avaliados revelou efeito significativo a 5 ou 1% de probabilidade pelo teste F, para ambos os fatores, indicando que a adição dos diferentes aditivos à polpa de umbu-cajá, assim como a utilização de diferentes concentrações de cada aditivo para composição das formulações, é capaz de alterar grande parte das características físicas, químicas e físico-químicas investigadas neste estudo.

Têm-se na Tabela 4.4 os resultados médios dos teores de água das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica. Notou-se que o aumento da concentração de aditivo promoveu decréscimos significativos no conteúdo de água das formulações, sendo verificadas reduções nos teores de água de 20,49% e 20,03% nas amostras contendo 30% de maltodextrina e goma arábica, respectivamente, em comparação ao valor inicial. Esse comportamento já era esperado, haja vista que a adição de aditivo à polpa aumenta a quantidade de sólidos das amostras e, por consequência, reduz o conteúdo de água. Comportamento similar foi reportado por Galdino (2011), Oliveira (2012c) e Diógenes et al. (2015) respectivamente em formulações de figo da índia, mandacaru e manga 'Haden' com maltodextrina. Os autores citados também constataram reduções significativas nos teores de água com a adição do aditivo. Oliveira (2012a) caracterizou a polpa de cajá integral e formulada com 17% de maltodextrina e notou, para o teor de água, redução deste conteúdo de 89,76% para 77,14%, encontra-se em conformidade com os dados deste trabalho, especialmente quando se considera as formulações adicionadas de 20% de maltodextrina e goma arábica. Considerando-se os aditivos utilizados, para uma dada concentração, percebeu-se que não houve diferença estatística nos teores de água, indicando que quando utilizada uma mesma concentração, a aplicação de maltodextrina e goma arábica não afeta o parâmetro avaliado. Isso pode estar relacionado, provavelmente, a quantidades similares de sólidos em ambos os aditivos, favorecendo desse modo reduções similares nos conteúdos de água.

**Tabela 4.4** - Resultados médios dos teores de água (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	89,77 ± 0,06 aA	89,77 ± 0,06 aA
10	81,31 ± 0,07 bA	81,61 ± 0,15 bA
20	76,66 ± 0,48 cA	77,02 ± 0,30 cA
30	71,38 ± 0,26 dA	71,79 ± 0,12 dA

Diferença mínima significativa para linha = 0,4120; Diferença mínima significativa para coluna = 0,5562; Média geral = 79,91; Coeficiente de variação (%) = 0,30; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Na Tabela 4.5 são apresentados os resultados médios dos teores de proteínas das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica. Houve redução significativa nos teores de proteínas das polpas formuladas à medida que se aumentava a concentração do aditivo, o que pode estar relacionado à diluição das mesmas pelo acréscimo de ingredientes constituídos, em maior parte, por polissacarídeos (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015a; ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015b). Observação semelhante foi relatada por Oliveira et al. (2006) ao realizarem análise comparativa de polpa de pitanga integral e formulada com 15% de maltodextrina e 30% de água destilada (m/m), com redução expressiva no conteúdo protéico de 0,56% para 0,12% após formulação. Ceballos et al. (2012) também reportaram decréscimo de proteínas de 0,75% para 0,58% ao compararem a composição de polpa de graviola integral e adicionada de 18% de maltodextrina, respectivamente. Comparando-se a polpa formulada em uma mesma concentração, percebeu-se que aquelas acrescidas de goma arábica tiveram os maiores conteúdos protéicos, significativamente superiores aos registrados para as polpas com maltodextrina, justificado pelo fato do primeiro aditivo possuir, em sua composição em matéria seca, cerca de 1 a 2% de proteínas (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015b). Apesar disso, os níveis de proteínas da goma arábica não foram suficientes para manter o conteúdo protéico das polpas formuladas, sendo registrado menos de 1% de proteínas na formulação contendo 30% de aditivo, sendo, no entanto, superior ao teor observado para polpa formulada com 30% de maltodextrina.

**Tabela 4.5** – Resultados médios dos teores de proteínas (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	1,27 ± 0,02 aA	1,27 ± 0,02 aA
10	1,21 ± 0,02 bB	1,25 ± 0,01 aA
20	1,16 ± 0,02 cB	1,20 ± 0,02 bA
30	0,92 ± 0,01 dB	0,98 ± 0,02 cA

Diferença mínima significativa para linha = 0,0272; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0368; Média geral = 1,16%; Coeficiente de variação (%) = 1,36; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Estão apresentados na Tabela 4.6 os resultados médios dos teores de lipídeos das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica. À medida que se adicionava aditivo à polpa, percebeu-se diminuição significativa do conteúdo de gordura das formulações, atingindo conteúdos expressivamente baixos, para qualquer aditivo avaliado, o que já era esperado, visto que a polpa integral avaliada apresentou conteúdo inferior a 0,1% de lipídeos (Tabela 4.2) e os aditivos utilizados não são fontes desse macronutriente (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015a; ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015b). Este comportamento corrobora com os dados de Ceballos et al. (2012) que, ao analisarem a polpa de graviola integral e formulada com 18% de maltodextrina, reportaram redução do teor de lipídeos de respectivamente 0,99% para 0,90%. Ao analisar o conteúdo de lipídeos para uma mesma concentração, notou-se que a partir da formulação contendo 20% de aditivo, os conteúdos de gordura avaliados foram significativamente superiores para as polpas formuladas com goma arábica, entretanto permanecendo abaixo de 0,08%. Esses resultados permitem classificar todas as formulações como fontes não potenciais de gordura, assim como a maioria das polpas de frutas consumidas e comercializadas.

**Tabela 4.6** – Resultados médios dos teores de lipídeos (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	0,08 ± 0,01 aA	0,08 ± 0,01 aA
10	0,06 ± 0,01 abA	0,07 ± 0,01 abA
20	0,05 ± 0,01 bcB	0,07 ± 0,01 abA
30	0,05 ± 0,01 cB	0,06 ± 0,01 bA

Diferença mínima significativa para linha = 0,0117; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0158; Média geral = 0,065%; Coeficiente de variação (%) = 10,38; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A Tabela 4.7 dispõe os valores médios dos teores de cinzas das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica. De acordo com os resultados, observou-se que os aditivos utilizados promoveram comportamentos opostos para o conteúdo mineral das polpas formuladas, decrescendo com o aumento da concentração de maltodextrina e aumentando com os acréscimos de goma arábica. Como a maltodextrina consiste de uma mistura de sacarídeos com uma ampla distribuição do peso molecular entre polissacarídeos e oligossacarídeos (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015a), sua aplicação em polpas de frutas promove diluição de outros componentes, como é o caso dos minerais. Essas observações estão em conformidade com Diógenes et al. (2015) que, ao realizarem análise comparativa de polpas de manga ‘Haden’ integral e formulada com 30% de maltodextrina, reportaram redução no conteúdo de cinzas. Galdino (2011) também evidenciou redução no conteúdo mineral de polpas de figo da índia formuladas com 25, 30 e 35% de maltodextrina. Melo (2012) constatou redução no teor de cinzas de 0,94 a 0,41% ao realizarem análise comparativa da polpa de atemóia integral e formulada com 25% de maltodextrina e 50% de água destilada. Em relação à goma arábica, esta contém substâncias associadas, como polifenóis minerais em cerca de 3% a 4% (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015b), o que justifica o aumento no teor de cinzas com a adição deste aditivo. Comparando-se o teor de minerais na formulação isenta de aditivo, com aquelas adicionadas de 30% de maltodextrina e goma arábica, pode-se perceber redução em torno de 45% com a adição do primeiro aditivo, enquanto que o acréscimo do segundo aditivo promoveu elevação superior a 90%. Para uma mesma concentração, verificou-se que as formulações contendo goma arábica apresentaram conteúdos minerais estatisticamente superiores, com aumento da dispersão dos resultados à

medida que se aumentava a concentração de aditivo utilizado. Para se ter uma idéia, as formulações com concentração de 10 e 30% goma arábica relevaram conteúdos minerais superior a 55 e 270%, respectivamente, levando-se em consideração a mesma concentração de maltodextrina.

**Tabela 4.7** – Resultados médios dos teores de cinzas (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	0,64 ± 0,01 aA	0,64 ± 0,01 dA
10	0,55 ± 0,00 bB	0,86 ± 0,01 cA
20	0,48 ± 0,00 cB	1,07 ± 0,02 bA
30	0,33 ± 0,01 dB	1,25 ± 0,01 aA

Diferença mínima significativa para linha = 0,0145; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0195; Média geral = 0,72%; Coeficiente de variação (%) = 1,15; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Na Tabela 4.8 estão disponíveis os valores médios dos teores de carboidratos das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica. Os conteúdos de carboidratos aumentaram significativamente com incrementos tanto de maltodextrina quanto de goma arábica, atingindo valores superiores a 25% nas formulações contendo 30% de qualquer aditivo avaliado. Observou-se que esses conteúdos foram inversamente relacionados aos teores de água (Tabela 4.4), uma vez que a redução de água permite concentração de constituintes como os carboidratos, que compõe a maior parte da composição da maltodextrina e goma arábica utilizadas nas formulações (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015a; ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015b). Analisando-se uma concentração específica adicionada dos dois aditivos, percebeu-se que as polpas formuladas com maltodextrina revelaram os maiores conteúdos de carboidratos, o que pode estar relacionado aos menores teores de cinzas nestas formulações, haja vista que, para uma dada concentração, o conteúdo de água foi estatisticamente semelhante ao registrado para a goma arábica (Tabela 4.4).

**Tabela 4.8** – Resultados médios dos teores de carboidratos (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	8,24 ± 0,06 dA	8,24 ± 0,06 dA
10	16,87 ± 0,06 cA	16,21 ± 0,14 cB
20	21,65 ± 0,47 bA	20,64 ± 0,27 bB
30	27,32 ± 0,27 aA	25,92 ± 0,12 aB

Diferença mínima significativa para linha = 0,4001; Diferença mínima significativa para coluna = 0,5402; Média geral = 18,14%; Coeficiente de variação (%) = 1,27; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Têm-se na Tabela 4.9 os valores médios dos valores energéticos das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica. Devido à expressiva elevação dos teores de carboidratos à medida que aumentava as concentrações de maltodextrina e goma arábica (Tabela 4.8), notaram-se acréscimos nos valores energéticos, atingindo valores superiores a 100 kcal/100 g na polpa formulada com 30% de ambos os aditivos avaliados (Tabela 4.9). Para qualquer concentração investigada, houve superioridade dos valores de energia nas polpas formuladas com maltodextrina em comparação às formuladas com goma arábica, também em virtude dos maiores conteúdos de carboidratos registrados nas amostras contendo o primeiro adjuvante (Tabela 4.8).

**Tabela 4.9** - Resultados médios dos valores energéticos (kcal/100 g) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	38,76 ± 0,30 dA	38,76 ± 0,30 dA
10	72,90 ± 0,28 cA	70,51 ± 0,60 cB
20	91,71 ± 1,90 bA	87,96 ± 1,15 bB
30	113,37 ± 1,03 aA	108,15 ± 0,50 aB

Diferença mínima significativa para linha = 1,6057; Diferença mínima significativa para coluna = 2,1677; Média geral = 77,77 kcal/100 g; Coeficiente de variação (%) = 1,19; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Têm-se na Tabela 4.10 os valores médios dos sólidos solúveis totais (SST) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica. Houveram acréscimos significativos dos SST à medida que se aumentava a concentração de qualquer aditivo utilizado, atingindo valores superiores a 29,5 °Brix nas formulações contendo 30% de maltodextrina e goma arábica, o que corresponde a elevações em torno de 149% e 153%, respectivamente. Como os aditivos utilizados são solúveis em água (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015a; ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015b), seus acréscimos à polpa de umbu-cajá promoveram elevações dos sólidos em solução, devido à dissolução dos mesmos na água da própria fruta. Comportamentos similares foram reportados por Oliveira et al. (2006), Melo (2012) e Oliveira (2012c) que ao trabalharem com polpas de pitanga, atemóia e mandacaru, respectivamente, evidenciaram acréscimos nos SST das formulações com o aumento da concentração de maltodextrina.

**Tabela 4.10** - Resultados médios dos sólidos solúveis totais (°Brix) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	12,00 ± 0,20 dA	12,00 ± 0,20 dA
10	19,87 ± 0,50 cB	20,37 ± 0,40 cA
20	24,38 ± 0,20 bA	24,81 ± 0,06 bA
30	29,89 ± 0,20 aB	30,42 ± 0,25 aA

Diferença mínima significativa para linha = 0,4886; Diferença mínima significativa para coluna = 0,6596; Média geral = 21,72 °Brix; Coeficiente de variação (%) = 2,30; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Ao caracterizar polpa de cajá integral e formulada com 17% de maltodextrina, Oliveira (2012a) evidenciou elevação no teor de SST de 9,33 °Brix para 23,83 °Brix, elevação esta próxima às formulações de umbu-cajá contendo 20% de aditivo. Para uma mesma concentração de aditivo, verificou-se que as polpas formuladas com 10 e 30% goma arábica apresentaram valores de SST estatisticamente superiores aos registrados para as formulações contendo maltodextrina. Apesar disso, a diferença entre as amostras é pequena, correspondendo a cerca de 0,5 °Brix entre aquelas adicionadas de goma arábica e maltodextrina, para as diferentes concentrações (Tabela 4.10).

Na Tabela 4.11 podem ser observados os valores médios da acidez total titulável (ATT) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina

e goma arábica. Verificou-se que o aumento das proporções de aditivo, tanto de maltodextrina quanto de goma arábica, promoveu decréscimo significativo nos dados de ATT, estando relacionado à diluição dos ácidos orgânicos do umbu-cajá, especialmente o cítrico, pela adição de ingrediente de baixa acidez. A formulação isenta de aditivo revelou ATT de 1,80%, com abaixamento desse teor em torno de 17% após adição de 30% de maltodextrina e goma arábica. Diógenes et al. (2015), ao caracterizem a polpa de manga 'Haden' integral e adicionada de 30% de maltodextrina, reportaram redução da ATT de 0,48% a 0,36% após acréscimo do aditivo, o que corresponde a um decréscimo de ATT de 25%, estando em acordo com as observações deste trabalho. Da mesma forma, Oliveira (2012c) constatou redução da ATT ao estudarem a composição física e química da polpa do fruto do mandacaru formulado com 10, 15 e 20% de maltodextrina. O autor citado evidenciou ATT na polpa integral de 0,225%, sendo este teor reduzido para 0,206%, ratificando portanto o comportamento para as formulações de umbu-cajá. Observou-se ainda que, para uma determinada concentração de aditivo, não foi detectada diferença estatística significativa na ATT, indicando que, quando mantida a mesma proporção de maltodextrina e de goma arábica, a diluição dos ácidos orgânicos promovida por sua adição é estatisticamente equivalente.

**Tabela 4.11** - Resultados médios da acidez total titulável (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	1,80 ± 0,01 aA	1,80 ± 0,01 aA
10	1,70 ± 0,01 bA	1,68 ± 0,00 bA
20	1,60 ± 0,03 cA	1,58 ± 0,03 cA
30	1,50 ± 0,01 dA	1,49 ± 0,00 dA

Diferença mínima significativa para linha = 0,0257; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0347; Média geral = 1,64%; Coeficiente de variação (%) = 0,90; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Estão apresentados na Tabela 4.12 os valores médios do pH das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica. Notou-se que o pH revelou comportamento oposto ao verificado para a ATT, aumentando com acréscimos de ambos os aditivos utilizados, o que já era esperado, visto que o pH e a ATT são parâmetros inversamente relacionados. Apesar deste fenômeno, todas as formulações

avaliadas foram classificadas como muito ácidas, com pH inferior a 4,0, de acordo com a classificação proposta por Franco & Landgraf (2003). Comportamento similar foi relatado por Melo (2012) ao estudarem as características físico-químicas da polpa de atemóia integral e formulada com 25% de maltodextrina, com aumento do pH de 4,59 para 4,83 após formulação. No estudo de Carvalho (2008) foi evidenciado que acréscimos de 5, 10 e 15% de maltodextrina na mistura composta por leite de cabra e umbu-cajá não afetou os valores de pH, com todas as formulações revelando pH de 2,92, próximo ao verificado para as polpas formuladas neste estudo. Comparando-se uma dada formulação adicionada da mesma concentração de maltodextrina e goma arábica, percebeu-se que aquelas adicionadas do segundo aditivo apresentaram valores de pH estatisticamente superiores daquelas acrescidas de maltodextrina, todas superiores a 3,0, o que pode estar relacionado ao fato da goma arábica formar soluções com pH de aproximadamente 4,5 ao ser dissolvida em água (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015b).

**Tabela 4.12** - Resultados médios do pH das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	2,52 ± 0,01 dA	2,52 ± 0,01 dA
10	2,56 ± 0,01 cB	3,01 ± 0,01 cA
20	2,58 ± 0,01 bB	3,11 ± 0,01 bA
30	2,61 ± 0,01 aB	3,25 ± 0,01 aA

Diferença mínima significativa para linha = 0,0141; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0191; Média geral = 2,77; Coeficiente de variação (%) = 0,29; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Na Tabela 4.13 estão dispostos os valores médios da relação SST/ATT das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica. Em decorrência do aumento dos SST e redução da ATT à medida que se elevava a proporção de aditivo à polpa de umbu-cajá, foram observados acréscimos na relação SST/ATT, também chamada de *ratio*, o que pode refletir em melhoria da sensação doce nas formulações, uma vez que quanto mais elevado o valor para esta relação, maior será a doçura sensorial dos produtos. De acordo com Santos et al. (2014a), apesar da medida mais comum de doçura ser o teor de sólidos solúveis, medido em graus Brix, a sensação de doçura não está ligada somente a este teor, mas ao equilíbrio entre os sólidos em solução e

a acidez do produto. Comparando-se a relação SST/ATT da formulação isenta de aditivo, com aquelas adicionadas de 30% de maltodextrina e goma arábica, percebeu-se elevação de 6,65 para 19,97 e 20,42, respectivamente, correspondendo a acréscimos percentuais de cerca de 200% e 207%. Logo, as polpas de umbu-cajá formuladas com 30% de ambos os aditivos seriam as de maior doçura sensorial. Melo (2012) reportou, ao caracterizar a polpa de atemóia integral e formulada com 25% de maltodextrina, aumento expressivo na relação SST/ATT de 72,51 a 174,46, estando em conformidade com o verificado neste estudo. Observou-se ainda que, para as polpas contendo a mesma concentração de ambos os aditivos, a relação SST/ATT registrada nas formulações adicionadas de goma arábica foi estatisticamente superiores às contendo maltodextrina, justificada pelos maiores teores de SST (Tabela 4.10), uma vez que a ATT não variou para uma mesma concentração de aditivo (Tabela 4.11).

**Tabela 4.13** - Resultados médios da relação entre os sólidos solúveis totais e a acidez total titulável (SST/ATT) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	6,65 ± 0,13 dA	6,65 ± 0,13 dA
10	11,71 ± 0,30 cB	12,13 ± 0,24 cA
20	15,27 ± 0,23 bB	15,71 ± 0,30 bA
30	19,97 ± 0,15 aB	20,42 ± 0,17 aA

Diferença mínima significativa para linha = 0,3750; Diferença mínima significativa para coluna = 0,5063; Média geral = 13,56; Coeficiente de variação (%) = 1,60; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Podem ser observados na Tabela 4.14 os valores médios dos açúcares totais das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica. Percebeu-se que os açúcares totais aumentaram significativamente à medida que se adicionava maltodextrina e goma arábica à polpa de umbu-cajá, o que pode estar relacionado à composição química dos aditivos utilizados, já que os mesmos são constituídos por misturas de sacarídeos provenientes de processo de hidrólise, no qual polissacarídeos complexos são submetidos (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015a; ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015b). Para se ter uma idéia, a maltodextrina possui unidades de  $\alpha$ -D-glicose unidas principalmente por ligações glicosídicas (KENNEDY et

al., 1995), enquanto que na goma arábica são encontrados diversos açúcares, como arabinose, galactose, glucose, ramnose e xilose (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015b). Oliveira (2012c) reportou, ao caracterizar a polpa do fruto de mandacaru com diferentes concentrações de maltodextrina (10, 15 e 20%) e dextroses equivalentes (DE 10 e 14), elevação dos açúcares totais com incrementos do aditivo, com aumento mais acentuado desta variável com nas formulações com DE 14, estando em acordo com o observado para as polpas formuladas deste estudo. Ao se analisar uma mesma concentração de aditivo, notou-se que, a partir da concentração com 20%, houve superioridade dos açúcares totais nas formulações adicionadas de goma arábica, podendo estar relacionado ao grau de hidrólise utilizado no processamento deste produto. Na polpa de umbu-cajá formulada com 20 e 30% de ambos os aditivos, constatou-se superioridade dos açúcares totais em, respectivamente, 0,16 e 0,87% pra a amostra contendo goma arábica.

**Tabela 4.14** - Resultados médios dos açúcares totais em glicose (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	7,15 ± 0,03 cA	7,15 ± 0,03 dA
10	7,74 ± 0,07 bA	7,71 ± 0,07 cA
20	7,83 ± 0,07 abB	7,99 ± 0,07 bA
30	7,91 ± 0,12 aB	8,78 ± 0,08 aA

Diferença mínima significativa para linha = 0,1239; Diferença mínima significativa para coluna = 0,1672; Média geral = 7,78%; Coeficiente de variação (%) = 0,92; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Têm-se na Tabela 4.15 os valores médios dos açúcares redutores das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica. Observou-se comportamento oposto ao constatado para os açúcares totais, em que este parâmetro decresceu significativamente com o aumento da concentração de ambos os aditivos utilizados, com reduções percentuais de 10,19% e 23,89% respectivamente para as amostras contendo maltodextrina e goma arábica na concentração mais elevada. Este fenômeno também foi observado por outros autores em polpas contendo aditivos utilizados em secagem, especialmente a maltodextrina (OLIVEIRA et al., 2006; OLIVEIRA, 2012a; MELO, 2012), devido a provável diluição dos açúcares simples das frutas por estarem presentes em maior proporção em alguns vegetais em comparação aos aditivos utilizados.

Verificou-se ainda que, para uma mesma concentração de aditivo, houve superioridade dos valores de açúcares redutores nas amostras contendo maltodextrina, em todas as concentrações avaliadas, podendo estar relacionado com a dextrose equivalente utilizada (DE), que foi de 20. Segundo Aditivos & Ingredientes (2015a), a DE é uma medida que caracteriza a extensão da hidrólise do amido e também indica uma média do peso molecular. Conforme aumenta o grau de hidrólise, a média do peso molecular diminui e a DE aumenta. Esta é uma medida essencialmente empírica da quantidade de açúcar redutor presente no produto e é expressa na base seca. Assim, provavelmente a maltodextrina possuía uma maior quantidade de açúcar redutor que a goma arábica, favorecendo a menor diluição desta variável nas polpas de umbu-cajá formuladas.

**Tabela 4.15** - Resultados médios dos açúcares redutores em glicose (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	6,91 ± 0,02 aA	6,91 ± 0,02 aA
10	6,75 ± 0,05 bA	6,04 ± 0,04 bB
20	6,57 ± 0,05 cA	5,85 ± 0,10 cB
30	6,21 ± 0,04 dA	5,26 ± 0,02 dB

Diferença mínima significativa para linha = 0,0853; Diferença mínima significativa para coluna = 0,1151; Média geral = 6,31%; Coeficiente de variação (%) = 0,78; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Podem ser observados na Tabela 4.16 os valores médios dos açúcares não redutores das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica. O aumento da concentração de ambos os aditivos promoveu progressivos acréscimos de açúcares não redutores, o que sugere que os materiais utilizados nas formulações possuíam biopolímeros parcialmente hidrolisados em concentrações distintas (DAIÚTO & CEREDA, 2003). Comportamento similar foi evidenciado por Oliveira (2012c) ao caracterizar a polpa de mandacaru com diferentes concentrações de maltodextrina (10, 15 e 20%) e dextroses equivalentes (DE 10 e 14), com considerável elevação dos açúcares não redutores de 1,87% a 3,18% para as formulações com o aditivo DE 10 e de 1,87 a 3,42% para a DE 14. Para as formulações com a mesma concentração de aditivo, houve superioridade dos açúcares não redutores nas amostras contendo goma arábica, devido aos menores valores de açúcares redutores registrados (Tabela 4.15).

**Tabela 4.16** - Resultados médios dos açúcares não redutores em sacarose (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	0,23 ± 0,02 dA	0,23 ± 0,02 dA
10	0,94 ± 0,01 cB	1,59 ± 0,03 cA
20	1,20 ± 0,01 bB	2,04 ± 0,10 bA
30	1,61 ± 0,04 aB	3,34 ± 0,07 aA

Diferença mínima significativa para linha = 0,0843; Diferença mínima significativa para coluna = 0,1137; Média geral = 1,40%; Coeficiente de variação (%) = 3,48; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Estão apresentados na Tabela 4.17 os valores médios dos teores de ácido ascórbico das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica. Assim como registrado para os teores de água (Tabela 4.4), proteínas (Tabela 4.5), lipídeos (Tabela 4.6), ATT (Tabela 4.11) e açúcares redutores (Tabela 4.15), houve redução significativa do ácido ascórbico à medida que se adicionava aditivo às polpas de umbu-cajá, com reduções de 18,44% e 14,59% comparando-se a formulação padrão, isenta de aditivos, com aquelas adicionadas de maior proporção de maltodextrina e goma arábica, respectivamente. Esta observação está relacionada à diluição desse micronutriente pela adição de ingredientes abundantes em sacarídeos, corroborando com os dados de Oliveira et al. (2006) e Oliveira (2012a) que verificaram, ao elaborarem formulações de pitanga e cajá adicionadas de 15% e 17% de maltodextrina, respectivamente, redução significativamente de ácido ascórbico. Levando-se em consideração a necessidade diária de ácido ascórbico para um adulto que é de 45 mg/dia (ANVISA, 2005b), tornam-se necessários, para suprir tal recomendação, cerca de 340 g e 325 g de polpas formuladas na maior concentração de maltodextrina e goma arábica, respectivamente, o que corresponde a um adicional de aproximadamente 62 g e 47 g das respectivas amostras em relação a polpa isenta de aditivo (278 g). Comparando-se as formulações em uma mesma concentração de aditivos, observou-se que não foi registrada diferença estatística para qualquer concentração avaliada, indicando que tanto a maltodextrina quanto a goma arábica promovem o mesmo grau de diluição de ácido ascórbico.

**Tabela 4.17** - Resultados médios do ácido ascórbico (mg/100 g) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	16,21 ± 0,06 aA	16,21 ± 0,06 aA
10	15,61 ± 0,10 bB	15,84 ± 0,09 bA
20	14,17 ± 0,05 cB	14,75 ± 0,012 cA
30	13,22 ± 0,08 dB	13,84 ± 0,07 dA

Diferença mínima significativa para linha = 0,1412; Diferença mínima significativa para coluna = 0,1906; Média geral = 14,98%; Coeficiente de variação (%) = 0,54; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Podem ser verificados na Tabela 4.18 os valores médios de atividade de água ( $a_w$ ) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica. O aumento da concentração de ambos os aditivos avaliados não resultou em alterações significativas nos dados de  $a_w$  das polpas formuladas, estando em conformidade com as observações realizadas por Diógenes et al. (2015), que ao elaborarem e caracterizarem a polpa de manga 'Haden' integral e adicionada de 30% de maltodextrina, não evidenciaram alteração significativa neste parâmetro. De igual forma, Galdino (2011) verificou igualdade estatística para a  $a_w$  ao elaborar polpas de figo da índia adicionadas de 25, 30 e 35% de maltodextrina. Analisando-se uma mesma concentração elaborada com ambos os aditivos, foi possível observar que as polpas acrescidas de 10 e 20% de maltodextrina e goma arábica relevam  $a_w$  variando estatisticamente entre si, em que as amostras contendo goma arábica tiveram valores relativamente inferiores. Deve-se salientar que, independente da formulação, todos os valores de  $a_w$  foram superiores a 0,98, o que pode refletir na conservação das mesmas. Assim, o processamento das polpas adicionadas de aditivos deve ser preferencialmente a frio, com a temperatura do material vegetal ainda baixo, e em boas condições de higiene. Além disso, recomenda-se rápido congelamento das amostras ou sua rápida utilização, seja para secagens ou para outros fins.

**Tabela 4.18** - Resultados médios das atividades de água das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	0,984 ± 0,002 aA	0,984 ± 0,002 aA
10	0,987 ± 0,001 aA	0,984 ± 0,002 aB
20	0,987 ± 0,002 aA	0,983 ± 0,001 aB
30	0,986 ± 0,001 aA	0,983 ± 0,002 aA

Diferença mínima significativa para linha = 0,0026; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0035; Média geral = 0,985; Coeficiente de variação (%) = 0,15; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Na Tabela 4.19 estão apresentados os valores médios de luminosidade ( $L^*$ ) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica. Observou-se escurecimento significativo das amostras formuladas com ambos os aditivos em relação à formulação padrão, isenta de maltodextrina e goma arábica, sendo este escurecimento mais evidente para as polpas formuladas com o primeiro aditivo. Enquanto as amostras adicionadas de diferentes concentrações de maltodextrina diferiram estatisticamente entre si, para qualquer nível de aditivo utilizado, as amostras acrescidas de 10, 20 e 30% de goma arábica apresentaram igualdade estatística para a  $L^*$ , diferindo apenas em relação formulação padrão. Ao caracterizar polpa de cajá integral e adicionada de 17% de maltodextrina, Oliveira (2012a) evidenciou escurecimento da amostra formulada, com valores de  $L^*$  correspondendo a 60,14 e 57,38, respectivamente. No estudo de Diógenes et al. (2015) foi evidenciado que a adição de 30% de maltodextrina à polpa de manga 'Haden' integral promoveu escurecimento significativo da amostra, com redução da  $L^*$  de 50,59 para 40,14, estando coerente com as observações deste trabalho. Quando se considera uma mesma concentração de aditivos, foi possível perceber que a partir da concentração acrescida de 20%, tanto de maltodextrina quanto de goma arábica, os dados de  $L^*$  mostraram-se estatisticamente superiores para as amostras adicionadas de goma arábica, com maior dispersão dos resultados na amostra com maior nível de aditivos, sugerindo que a provável interação da maltodextrina com a polpa de umbu-cajá reduz a capacidade da amostra em refletir a luz, quanto maior é a concentração utilizada, enquanto que a goma arábica mantém em níveis constantes a  $L^*$ , indicando que a concentração deste aditivo não afeta a capacidade da amostra em refletir a luz.

**Tabela 4.19** - Resultados médios de luminosidade (L\*) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	55,29 ± 0,20 aA	55,29 ± 0,20 aA
10	52,67 ± 0,26 bA	52,44 ± 0,12 bA
20	50,33 ± 0,11 cB	52,19 ± 0,17 bA
30	48,57 ± 0,02 dB	52,59 ± 0,37 bA

Diferença mínima significativa para linha = 0,3546; Diferença mínima significativa para coluna = 0,4788; Média geral = 52,42; Coeficiente de variação (%) = 0,39; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Têm-se na Tabela 4.20 os valores médios de intensidade de vermelho (+a\*) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica. A adição de maltodextrina promoveu decréscimo significativo da +a\*, atingindo nível de redução de 19,35% comparando-se a polpa padrão, isenta de aditivo, com a polpa adicionada de 30% de maltodextrina, podendo estar relacionado à diluição da cor devido a adição de ingrediente de coloração branca, estando em conformidade com os resultados referenciados por Oliveira et al. (2006) e Diógenes et al. (2015). Os autores citados evidenciaram redução da +a\* em formulações compostas por polpas de pitanga e manga 'Haden' adicionadas de 15 e 30% de maltodextrina, respectivamente, em comparação às amostras integrais. Em relação à goma arábica, pôde-se verificar que a adição de 10% deste aditivo promoveu redução significativa da +a\*, com posterior acréscimo neste parâmetro para as concentrações de 20 e 30%. No nível de adição mais elevado, houve elevação significativa da tonalidade vermelha em 3,35% em relação à polpa padrão. Apesar dessas oscilações, os valores de +a\* permaneceram relativamente próximo em todas as formulações. Em uma mesma concentração de aditivo, os dados de +a\* foram superiores para as polpas formuladas com goma arábica, registrando-se elevação da dispersão entre as amostras com acréscimos deste aditivo ao umbu-cajá.

**Tabela 4.20** - Resultados médios de intensidade de vermelho (+a\*) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	12,83 ± 0,05 aA	12,83 ± 0,05 bA
10	11,44 ± 0,13 bB	12,48 ± 0,14 cA
20	10,58 ± 0,02 cB	12,90 ± 0,08 bA
30	10,35 ± 0,09 cB	13,26 ± 0,25 aA

Diferença mínima significativa para linha = 0,2092; Diferença mínima significativa para coluna = 0,2824; Média geral = 12,08; Coeficiente de variação (%) = 1,0; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Estão dispostos na Tabela 4.21 os valores médios de intensidade de amarelo (+b\*) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica. Verificou-se que estes aditivos promoveram dois comportamentos distintos, com diminuição significativa da +b\* com o aumento da concentração de maltodextrina, relacionado à diluição da cor pela adição de componente branco, comportamento também constatado para a componente +a\* (Tabela 4.20), enquanto que elevações dos níveis de goma arábica favoreceram elevação significativa da +b\*, uma vez que a coloração deste adjuvante pode variar de amarelo a laranja dourada (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015b). Neste estudo foi utilizada goma arábica de coloração amarelada, o que pode ter repercutido nos resultados. Ao caracterizar a polpa de cajá integral e formulada com 17% de maltodextrina, Oliveira (2012a) evidenciou redução da +b\* de 42,20 a 41,20, situando-se próximos aos valores deste trabalho. De igual forma, Diógenes et al. (2015) reportaram diminuição da componente +b\* de 59,23 para 43,63 ao caracterizem polpas de manga 'Haden' integral e formulada com 30% de maltodextrina, respectivamente. Considerando-se uma mesma concentração de aditivo, constatou-se que as formulações elaboradas com goma arábica foram estatisticamente superiores às aquelas contendo maltodextrina, comportamento também verificado para a coordenada +a\* (Tabela 4.20). Para qualquer formulação de umbu-cajá avaliada, houve superioridade da componente +b\* sobre a +a\*, indicando que as amostras possuem tonalidade amarelada mais evidente, apesar dos valores de +a\* terem grande influência na percepção da cor.

**Tabela 4.21** - Resultados médios de intensidade de amarelo (+b\*) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	44,45 ± 0,10 aA	44,45 ± 0,10 cA
10	44,35 ± 0,12 aB	44,93 ± 0,08 bA
20	43,59 ± 0,16 bB	44,95 ± 0,10 bA
30	43,10 ± 0,12 cB	46,81 ± 0,24 aA

Diferença mínima significativa para linha = 0,2350; Diferença mínima significativa para coluna = 0,3172; Média geral = 44,58; Coeficiente de variação (%) = 0,30; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Podem ser verificados na Tabela 4.22 os valores médios do ângulo de tonalidade ( $h^*$ ) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica. Houve aumento significativo do  $h^*$  à medida que se adicionava maltodextrina, sendo que as amostras adicionadas de 20 e 30% de aditivo revelaram igualdade estatística, relacionado a pouca variação das coordenadas +a\* (Tabela 4.20) e +b\* (Tabela 4.21). Em termos percentuais, a componente  $h^*$  elevou 3,52%, quando se compara a formulação padrão, isenta de adjuvante, com polpa contendo o nível mais elevado de maltodextrina, corroborando com os dados de Oliveira et al. (2006) que, ao caracterizarem a polpa de pitanga integral e formulada com 15% de maltodextrina, observaram elevação do  $h^*$  de 41,71 a 42,29, equivalente a 1,39% para este parâmetro de cor. Em relação às formulações contendo goma arábica, observou-se que incrementos deste aditivo ocasionaram algumas oscilações nos dados de  $h^*$ , todavia não havendo diferença significativa para as polpas adicionadas de 20 e 30% deste adjuvante. Constatou-se ainda que, para uma mesma concentração de aditivo, a coordenada  $h^*$  foi superior para as polpas formuladas com maltodextrina, relacionada à variação na coloração dos adjuvantes utilizados. Apesar destas oscilações, todas as formulações de umbu-cajá puderam ser percebidas como amarelo levemente alaranjado, uma vez que apresentaram o  $h^*$  ficou situado entre as regiões do vermelho ( $h^* = 0^\circ$ ) e do amarelo ( $h^* = 90^\circ$ ) (GUINÉ & BAROCA, 2012). Dados semelhantes para a componente  $h^*$  foram encontrados por Diógenes et al. (2015) ao analisar a cor de polpa de manga 'Haden' integral e formulada com 30% de maltodextrina, com valores de 80,14 e 80,58, respectivamente.

**Tabela 4.22** - Resultados médios do ângulo de tonalidade ( $h^*$ ) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	73,90 ± 0,09 cA	73,90 ± 0,09 bA
10	75,53 ± 0,16 bA	74,48 ± 0,14 aB
20	76,36 ± 0,02 aA	73,99 ± 0,12 bB
30	76,50 ± 0,14 aA	74,18 ± 0,32 abB

Diferença mínima significativa para linha = 0,2733; Diferença mínima significativa para coluna = 0,3690; Média geral = 74,85; Coeficiente de variação (%) = 0,21; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Na Tabela 4.23 têm-se os valores médios do croma ( $C^*$ ) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica. Constatou-se que a utilização de maltodextrina ocasionou redução significativa dos dados de  $C^*$  à medida que se elevava os níveis deste aditivo, atingindo depreciação em torno de 4,0% confrontando-se a formulação padrão com a adicionada de 30% de adjuvante, estando em acordo com a observação de Oliveira (2012a) que, ao analisar a polpa de cajá integral e formulada com 17% de maltodextrina, evidenciou redução da componente  $C^*$  de 42,51 para 41,82, correspondendo a um decréscimo de 1,63%. Em contrapartida, incrementos de goma arábica ocasionaram elevação significativa da coordenada  $C^*$ , atingindo em termos percentuais acréscimo em torno de 5,0% em relação às formulações com 0% e 30% de aditivo. Para uma mesma concentração de aditivos, verificou-se que o  $C^*$  permaneceu superior nas amostras incrementadas com goma arábica, relacionado, especialmente, a superioridade da componente  $+b^*$  nestas formulações, em todas as concentrações investigadas (Tabela 4.21). Isso sugere que a adição de maltodextrina diminui a saturação da cor das polpas de umbu-cajá, enquanto que a goma arábica ocasiona comportamento inverso, aumentando a intensidade da cor das amostras, o que de acordo Oliveira et al. (2015a) é interessante do ponto de vista comercial, uma vez que torna os produtos mais vivos e, conseqüentemente, mais atrativos à compra.

**Tabela 4.23** - Resultados médios do croma (C\*) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	46,27 ± 0,08 aA	46,27 ± 0,08 cA
10	45,81 ± 0,13 bB	46,63 ± 0,11 bA
20	44,85 ± 0,16 cB	46,76 ± 0,09 bA
30	44,33 ± 0,10 dB	48,65 ± 0,21 aA

Diferença mínima significativa para linha = 0,2190; Diferença mínima significativa para coluna = 0,2957; Média geral = 46,19; Coeficiente de variação (%) = 0,27; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

#### 4.5 - Caracterização física, química e físico-química da polpa de umbu-cajá em pó obtida por liofilização

Nas Tabelas C.1 a C.31 (Apêndice C) estão disponíveis as análises de variância dos resultados médios da caracterização física, química e físico-química da polpa de umbu-cajá em pó. Evidenciou-se que a maioria dos parâmetros avaliados revelou efeito significativo a 5 ou 1% de probabilidade pelo teste F, para qualquer fator analisado, indicando que a adição dos diferentes aditivos à polpa de umbu-cajá, assim como a utilização de diferentes concentrações de cada aditivo para composição das formulações, é capaz de alterar grande parte das características físicas, químicas e físico-químicas dos produtos em pó obtidos pelo processo de liofilização.

Podem-se verificar na Tabela 4.24 os valores médios dos teores de água das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. Observou-se que o aumento da concentração de maltodextrina e de goma arábica reduziu significativamente o conteúdo de água das amostras, atingindo taxa de decréscimo superior a 65% comparando-se as amostras padrão, isenta de aditivos, com àquelas acrescidas de 30% de ambos os adjuvantes de secagem, o que pode indicar que a adição dos respectivos aditivos favoreceu a difusão de água das amostras. Este comportamento está em conformidade com Oberoi & Sogi (2015) que, ao avaliarem as características físicas e químicas de sucos de melancia em pó liofilizados formulados com 3, 5, 7 e 10% de maltodextrina, reportaram redução do teor de água das amostras de 5,54 a 4,43% com acréscimos da concentração do aditivo. As polpas de umbu-cajá formuladas com 0 e 10% de maltodextrina e de goma arábica apresentaram teor de água superior a 10%, provavelmente devido ao fato de que a temperatura de congelamento

utilizada não ter sido suficiente para congelar uma fração significativa da água presente nas amostras, causando o colapso da matriz durante a liofilização e diminuindo a eficiência do processo (VIEIRA et al., 2012). Apesar disso, todas as amostras revelaram teores de água inferiores ao máximo preconizado pela Resolução RDC nº 272/2005 (ANVISA, 2005c), que especifica que produtos de frutas secos ou desidratados devem apresentar no máximo 25% de teor de água.

**Tabela 4.24** - Resultados médios dos teores de água (%) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	17,24 ± 0,04 aA	17,24 ± 0,04 aA
10	11,99 ± 0,16 bA	10,11 ± 0,13 bB
20	7,61 ± 0,14 cB	8,78 ± 0,09 cA
30	5,34 ± 0,17 dB	5,93 ± 0,04 dA

Diferença mínima significativa para linha = 0,2010; Diferença mínima significativa para coluna = 0,2713; Média geral = 10,53%; Coeficiente de variação (%) = 1,10; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Teores de água semelhantes aos das formulações padrão e adicionadas de 10% de qualquer aditivo avaliado foram evidenciados em outras polpas de frutas. Moraes et al. (2012) obtiveram frutas desidratadas por liofilização para fins de infusão e reportaram conteúdo de água de 17,17; 17,06 e 14,99%, respectivamente para o tamarindo, abacaxi e melão. Oliveira et al. (2011a) produziram e caracterizaram físico-quimicamente sapoti em pó liofilizado e encontraram teor de água de 12,30% para o produto desidratado. Ao desenvolverem ubaia em pó pelo processo de liofilização, Oliveira et al. (2010) publicaram teor de água de 14,25% para a fruta após a liofilização. Ao se comparar as polpas formuladas com a mesma concentração de aditivo, notou-se que as adicionadas de goma arábica revelaram conteúdo de água estatisticamente superiores na maioria das formulações, estando em concordância com as observações de Tonon et al. (2013) que, ao desidratarem açaí por atomização utilizando-se maltodextrina e goma arábica como adjuvantes de secagem, constaram teores de água mais baixos para as amostras em pó adicionadas de maltodextrina.

Na Tabela 4.25 estão disponíveis os valores médios dos teores de proteínas das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. Percebeu-se que esse macronutriente

variou de 5,25% (formulação padrão) a 2,08% (formulação com 30% de maltodextrina) nas polpas de umbu-cajá em pó, situando-se próximos aos resultados de Marques et al. (2012) e Bortolatto & Lora (2008). Estes autores encontraram teores de proteínas de 4,89 e 3,39% ao caracterizarem respectivamente cascas de jaboticaba e polpas de abacaxi em pó liofilizadas. À medida que a concentração de maltodextrina e de goma arábica aumentavam, os teores de proteínas diminuía significativamente, o que já era esperado, visto que ao se adicionar aditivos constituídos em maior parte por polissacarídeos (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015a,b), ocorre diluição dos demais constituintes, dentre eles as proteínas oriundas da polpa. Este comportamento está coerente com o observado para as polpas de umbu-cajá formuladas com aditivos (Tabela 4.5), em que houve redução dos conteúdos protéicos com acréscimos de maltodextrina e goma arábica.

**Tabela 4.25** - Resultados médios dos teores de proteínas (%) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	5,25 ± 0,05 aA	5,25 ± 0,05 aA
10	4,16 ± 0,02 bB	4,77 ± 0,07 bA
20	3,09 ± 0,10 cB	3,71 ± 0,05 cA
30	2,08 ± 0,08 dB	2,68 ± 0,02 dA

Diferença mínima significativa para linha = 0,1047; Diferença mínima significativa para coluna = 0,1413; Média geral = 3,87%; Coeficiente de variação (%) = 1,56; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Observou-se que o conteúdo protéico revelou diferença significativa entre as polpas em pó para uma mesma concentração de aditivos, justificado pelo fato da goma arábica ser extraída de duas espécies de acácia (*Acacia senegal* e a *Acacia seya*) que apresentam considerável composição em aminoácidos, especialmente a hidroxiprolina, serina, leucina, prolina, dentre outros (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015b). Notou-se ainda que a dispersão entre as amostras foi aumentada com a elevação da concentração de aditivos, atingindo valores cerca de 15, 20 e 29% superiores nas polpas contendo goma arábica em comparação às amostras formuladas com maltodextrina, em uma mesma concentração, a saber 10, 20 e 30%, respectivamente.

Os valores médios dos teores de lipídeos das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização estão apresentadas na Tabela 4.26. Os conteúdos de gordura foram

inferiores a 0,5% para qualquer amostra avaliada, o que já era esperado, uma vez que os frutos de umbu-cajá não são fontes potencias desse macronutriente (SANTOS et al., 2010a), além dos aditivos utilizados não contribuírem com conteúdos adicionais de lipídeos (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015a,b). Esses teores variaram de 0,49% (formulação padrão) a 0,20% (formulação com 30% de goma arábica), apresentando-se superiores aos resultados observados por Silva et al. (2009b), que encontraram teor de lipídeos de 2,3% ao produzirem polpa de araticum em pó pelo método de liofilização. Deve-se considerar que a composição de gordura de produtos liofilizados está relacionada diretamente ao material vegetal de origem. Para se ter uma idéia, Menezes et al. (2008) reportaram conteúdo de lipídeos de quase 41% ao caracterizarem polpa de açaí em pó obtida por liofilização, justificado pela composição da matéria-prima utilizada no processo de desidratação.

**Tabela 4.26** - Resultados médios dos teores de lipídeos (%) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	0,49 ± 0,02 aA	0,49 ± 0,02 aA
10	0,34 ± 0,03 bA	0,36 ± 0,02 bA
20	0,30 ± 0,01 bA	0,31 ± 0,02 cA
30	0,22 ± 0,02 cA	0,20 ± 0,02 dA

Diferença mínima significativa para linha = 0,0332; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0448; Média geral = 0,34%; Coeficiente de variação (%) = 5,65; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O aumento da concentração de maltodextrina e de goma arábica promoveu decréscimo significativo nos teores de lipídeos (Tabela 4.26), atingindo níveis de redução em torno de 55% para as polpas de umbu-cajá em pó formuladas com 30% de ambos os aditivos, em comparação ao teor de lipídeos inicial contido no pó padrão, isento de aditivos. Isso é devido à diluição dos lipídeos provenientes do umbu-cajá em decorrência da adição de ingrediente deficiente em gordura (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015a,b). Em relação a uma mesma concentração de aditivos, observou-se que os teores de lipídeos apresentaram-se estatisticamente iguais, indicando que o nível de diluição do nutriente investigado foi constante em qualquer concentração de aditivos utilizados, uma vez que, como já relatado, os adjuvantes em questão não são fontes de gordura.

Têm-se na Tabela 4.27 os valores médios dos teores de cinzas das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. Observou-se que o aumento da concentração de maltodextrina reduziu significativamente os teores de cinzas de 3,45% no pó padrão, isento de aditivo, para 1,05% no pó com 30% de adjuvante, o que corresponde a um decréscimo de quase 70% confrontando-se essas formulações. Comportamento semelhante também foi observado por Oliveira (2012c) ao caracterizarem polpas de mandacaru em pó obtidas por atomização com diferentes concentrações de maltodextrina nas DE de 10 e 14 (10, 15 e 20%), em que os teores de minerais decresceram de 1,11 a 0,94% para o aditivo DE = 10 e de 1,36 a 0,75% para o aditivo DE = 14. Isso pode ser explicado considerando-se a composição da maltodextrina, que é um polissacarídeo que não apresenta quantidades significativas de minerais (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015b). Em relação à adição de goma arábica, notou-se comportamento oposto ao registrado para a maltodextrina, em que os valores de cinzas aumentaram significativamente à medida que os níveis de aditivo se elevavam, com acréscimo em torno de 23% no teor de minerais confrontando-se as formulações padrão, sem aditivo, com a adicionada de 30% de goma arábica. Esse fenômeno foi decorrente da incorporação de minerais presentes na goma arábica, uma vez que este adjuvante contém substâncias associadas, como polifenóis e minerais (magnésio, potássio, cálcio, sódio) em cerca de 3% a 4%. A mesma é constituída principalmente por arabina, mistura complexa de sais de cálcio, magnésio e potássio do ácido arábico (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015).

Os teores de cinzas das polpas de umbu-cajá em pó oscilaram de 1,05% (formulação com 30% de maltodextrina) a 4,28% (formulação com 30% de goma arábica), encontrando-se próximos aos valores encontrados em outras frutas liofilizadas. Marques et al. (2012) desidrataram cascas de jaboticaba pelo método de liofilização e evidenciaram valor de cinzas de 1,72%. No estudo de Corrêa et al. (2011) foi encontrado conteúdo mineral de 3,55% em marolo (*Annona crassiflora*) em pó obtido por liofilização, encontrando-se dentro da faixa do presente estudo. Da mesma forma, Menezes et al. (2008) observaram teor de cinzas de 3,68% ao produzirem açaí liofilizado.

**Tabela 4.27** - Resultados médios dos teores de cinzas (%) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	3,48 ± 0,09 aA	3,48 ± 0,09 cA
10	2,71 ± 0,08 bB	3,83 ± 0,04 bA
20	1,76 ± 0,12 cB	3,97 ± 0,05 bA
30	1,05 ± 0,13 dB	4,28 ± 0,07 aA

Diferença mínima significativa para linha = 0,1518; Diferença mínima significativa para coluna = 0,2049; Média geral = 3,07%; Coeficiente de variação (%) = 2,85; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Na Tabela 4.28 estão apresentados os valores médios dos teores de carboidratos das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. Constatou-se elevação significativa dos teores de carboidratos com o aumento da concentração de maltodextrina e de goma arábica, justificado pelo fato dos aditivos utilizados serem constituídos por polissacarídeos (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015a,b), o que favoreceu a elevação dos teores de hidratos de carbono. Além disso, deve-se considerar que os menores conteúdos de água registrados nas polpas com maiores concentrações de aditivos (Tabela 4.24) também favoreceram a concentração dos carboidratos. Observou-se que a polpa de umbu-cajá em pó sem adição de aditivos deteve teor de carboidratos em torno de 73,50%, refletindo a grande quantidade de açúcares simples presentes no produto, uma vez que são um dos principais constituintes das frutas (MARQUES et al., 2012). No umbu-cajá, os carboidratos constituem o segundo componente (m/m), ficando atrás apenas do teor de água (Tabela 4.2). Como o processo de desidratação culmina na remoção de água do produto, em consequência há concentração de todos os constituintes, inclusive dos carboidratos, que normalmente passam a constituir o macronutriente presente em maior proporção em frutas secas.

**Tabela 4.28** - Resultados médios dos teores de carboidratos (%) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	73,54 ± 0,09 dA	73,54 ± 0,09 dA
10	80,79 ± 0,15 cA	80,93 ± 0,07 cA
20	87,24 ± 0,15 bA	83,24 ± 0,07 bB
30	91,30 ± 0,12 aA	86,93 ± 0,03 aB

Diferença mínima significativa para linha = 0,1790; Diferença mínima significativa para coluna = 0,2416; Média geral = 82,19%; Coeficiente de variação (%) = 0,13; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A adição dos aditivos resultou em aumentos percentuais dos teores de carboidratos em aproximadamente 24 e 18% para as amostras acrescidas de maltodextrina e de goma arábica, respectivamente, comparando-se as amostras padrão com aquelas formuladas com 30% de qualquer adjuvante. A maior elevação de hidratos de carbono registrada para a amostra com maltodextrina é devido, principalmente, aos menores teores de cinzas (Tabela 4.27). Analisando-se uma mesma concentração, observou-se que os teores de carboidratos foram significativamente superiores na maioria das amostras formuladas com maltodextrina, em virtude dos fatos já mencionados. Os teores de carboidratos ficaram compreendidos entre 73,54% (amostra padrão) e 91,30% (amostra com 30% de maltodextrina), aproximando-se dos valores encontrados por Bortolatto & Lora (2008) que, ao desidratarem abacaxi pelo método de secagem por liofilização, reportaram conteúdo de carboidratos de 86,92%. Oliveira et al. (2014a) obtiveram polpa de mandacaru em pó pelo processo de liofilização, sem adição de aditivos, e relataram valor para hidratos de carbono de 75,76%, teor este próximo ao observado para a polpa de umbu-cajá padrão.

Têm-se na Tabela 4.29 os valores energéticos médios das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. O conteúdo de energia das polpas de umbu-cajá aumentou com a elevação da concentração de maltodextrina e de goma arábica, com valores variando de 319,54 kcal/100 g (amostra padrão) a 375,56 kcal/100 g (amostra adicionada de 30% de maltodextrina), semelhante ao valor encontrado por Oliveira et al. (2014a) ao liofilizarem a polpa de mandacaru. Os autores citados reportaram valor energético de 348,73 kcal/100 g, dentro da faixa encontrada no presente estudo. Os resultados de energia superiores a 300 kcal/100 g verificados para as polpas de umbu-cajá em pó é devido principalmente aos elevados teores de carboidratos (Tabela 4.28), que corresponderam em termos

proporcionais a cerca de 92 a 97% das calorias contidas nas polpas avaliadas. Em virtude da maioria das polpas de umbu-cajá adicionadas de maltodextrina terem apresentando os maiores teores de carboidratos, para uma mesma concentração, as polpas contendo este aditivo apresentaram valores energéticos mais elevados, com exceção da amostra na concentração de 10%, em que houve superioridade de energia para a polpa formulada com goma arábica.

**Tabela 4.29** - Resultados médios dos valores energéticos (kcal/100 g) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	319,54 ± 0,26 dA	319,54 ± 0,26 dA
10	342,89 ± 0,45 cB	346,08 ± 0,34 cA
20	364,04 ± 0,35 bA	350,55 ± 0,31 bB
30	375,56 ± 0,19 aA	360,17 ± 0,05 aB

Diferença mínima significativa para linha = 0,5174; Diferença mínima significativa para coluna = 0,6985; Média geral = 347,30 kcal/100 g; Coeficiente de variação (%) = 0,09; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Estão apresentados na Tabela 4.30 os valores médios dos sólidos solúveis totais (SST) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. Observou-se que os SST apresentaram elevação significativa à medida que a concentração de maltodextrina e goma arábica aumentavam nos pós das polpas de umbu-cajá, relacionado ao aumento dos carboidratos (Tabela 4.28). Este comportamento está em acordo com o observado por Canuto et al. (2014) que, ao produzirem pós de polpa de mamão pelo método de liofilização com diferentes concentrações de maltodextrina (0, 5 e 15%). Os referidos autores constataram que a adição de aditivo promoveu elevação dos SST. Igualmente, Oliveira et al. (2014b) relataram, ao caracterizarem polpas de cajá liofilizadas com e sem maltodextrina, elevação dos SST de 78,00 °Brix no pó da polpa isenta de aditivo para 92,67 °Brix no pó da polpa com 17% de maltodextrina. Para uma mesma concentração de aditivos, os pós das polpas contendo goma arábica revelaram os maiores teores de SST, sendo observada diferença estatística entre as amostras com maltodextrina e goma arábica para as concentrações de 20 e 30%.

**Tabela 4.30** - Resultados médios dos sólidos solúveis totais (°Brix) das polpas de umbu-  
cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	78,00 ± 0,50 dA	78,00 ± 0,50 dA
10	80,00 ± 0,35 cA	80,33 ± 0,58 cA
20	81,67 ± 0,29 bB	82,50 ± 0,25 bA
30	83,33 ± 0,29 aB	85,00 ± 0,70 aA

Diferença mínima significativa para linha = 0,7920; Diferença mínima significativa para coluna = 1,0691; Média geral = 81,10 °Brix; Coeficiente de variação (%) = 0,56; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os SST variaram de 78 °Brix (pó da polpa isenta de aditivo) a 85 °Brix (pó da polpa com 30% de goma arábica), com esses valores aproximando-se dos dados de Moreira et al. (2013) em polpa de manga liofilizada (76,30 °Brix) e Canuto et al. (2014) em polpa de mamão desidratada por liofilização (89 a 93 °Brix). Os SST são importantes no controle de qualidade de produtos frescos e desidratados, uma vez que são utilizados como medida indireta do teor de açúcares, em virtude que o acúmulo de açúcares no produto promove elevação dos SST (OLIVEIRA et al., 2011a). Todavia, deve-se considerar que os SST não estão relacionados não apenas à concentração de açúcares, mas também de ácidos orgânicos e pigmentos.

Podem-se verificar na Tabela 4.31 os valores médios da acidez total titulável (ATT) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. À medida que a concentração de maltodextrina e de goma arábica aumentavam, os dados de ATT reduziram significativamente, atingindo percentuais de decréscimo em torno de 76 e 74% para os pós das polpas adicionadas dos respectivos aditivos. Apesar disso, observou-se que a ATT permaneceu bem superior à detectada na polpa integral (Tabela 4.2), o que é favorável do ponto de vista tecnológico, já que valores de ATT mais elevados garantem o sabor ácido característico do fruto quando este pó for reconstituído ou utilizado como suplemento alimentar, sendo também, um fator desfavorável ao crescimento microbiano (OLIVEIRA et al., 2011a). O decréscimo da ATT foi decorrente da diluição dos ácidos orgânicos presentes na polpa pela adição do adjuvante de liofilização, comportamento também relatado por Canuto et al. (2014). Estes autores liofilizaram polpas de manga adicionadas de 0,5 e 15% de maltodextrina e reportaram redução da ATT com incrementos do aditivo, com valores reduzindo de 1,38% para 0,55%. Observou-se ainda que os dados de ATT

mostraram-se estatisticamente superiores nas amostras em pó contendo goma arábica, considerando-se uma mesma concentração, provavelmente relacionado ao fato do aditivo em questão possuir ácido glucurônico ou ácido metilglucurônico nas extremidades das cadeias (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015b).

**Tabela 4.31** - Resultados médios da acidez total titulável (%) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	13,82 ± 0,08 aA	13,82 ± 0,08 aA
10	7,25 ± 0,03 bB	7,62 ± 0,04 bA
20	4,85 ± 0,05 cB	5,14 ± 0,02 cA
30	3,32 ± 0,03 dB	3,57 ± 0,02 dA

Diferença mínima significativa para linha = 0,0874; Diferença mínima significativa para coluna = 0,1179; Média geral = 7,42%; Coeficiente de variação (%) = 0,68; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Constatou-se variação da ATT de 13,82% (amostra em pó isenta de aditivo) a 3,32% (pó da polpa com 30% de maltodextrina), semelhantes aos resultados encontrados em outras polpas de frutas. Sogi et al. (2015) reportaram ATT de 7,86% em mangas desidratadas por liofilização. Oliveira et al. (2014b) obtiveram polpa de cajá em pó utilizando-se maltodextrina 17%, além de uma formulação padrão sem aditivo, e relataram valores de ATT de 3,18% e 9,11%, respectivamente. Todavia, valor de ATT superior foi detectada por Oliveira et al. (2010) em polpa de ubaia liofilizada (24,84%) e, valor inferior foi publicado por Cavalcanti-Mata et al. (2005) ao desidratarem polpa de graviola por liofilização, com teor de 0,85%.

Têm-se na Tabela 4.32 os valores médios do pH das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. Essa variável apresentou aumento significativo com as adições de maltodextrina e de goma arábica, atingindo, na concentração de 30%, valores de pH de 3,07 e 3,94, respectivamente, sendo numericamente superior para a goma arábica, provavelmente pelo fato deste aditivo formar soluções com pH em torno de 4,5 (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015b). Apesar disto, observou-se que qualquer amostra avaliada foi classificada como muito ácida, por ter apresentado pH inferior a 4,0 (FRANCO & LANDGRAF, 2003), o que garante certa resistência ao desenvolvimento de micro-organismos, uma vez que em pHs baixos, a microbiota capaz de se multiplicar é

restrita, limitando-se praticamente aos bolores e leveduras e às bactérias lácteas e acéticas. Ao desenvolverem polpa de mamão em pó com diferentes concentrações de maltodextrina (0, 5 e 15%), Canuto et al. (2014) reportaram que o aumento da concentração de maltodextrina promoveu elevação do pH das amostras em pó, com resultados variando de 4,61 a 4,75, comportamento semelhante ao registrado neste trabalho. Semelhantemente, Nualkaekul et al. (2012) evidenciaram elevação do pH em formulações de sucos instantâneos probióticos de morango, groselha, oxococo (*Vaccinium oxycoccus* Var) e romã obtidos por liofilização, com o aumento da concentração de goma arábica de 1 para 2%.

**Tabela 4.32** - Resultados médios do pH das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	2,70 ± 0,01 dA	2,70 ± 0,01 dA
10	2,94 ± 0,01 cB	3,11 ± 0,01 cA
20	3,01 ± 0,01 bB	3,65 ± 0,01 bA
30	3,07 ± 0,01 aB	3,94 ± 0,01 aA

Diferença mínima significativa para linha = 0,0117; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0158; Média geral = 3,14; Coeficiente de variação (%) = 0,22; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Para uma mesma concentração de aditivos, houve superioridade estatística dos valores de pH para as amostras contendo goma arábica, com todas as amostras relevando valores superiores a 3,0. Os dados de pH apresentaram variação de 2,70 (pó padrão) a 3,94 (pó com 30% de goma arábica), apresentando-se superiores aos valores de pH de Oliveira et al. (2014b) ao produzirem polpa de cajá em pó padrão, isenta de aditivo, e formulada com 17% de maltodextrina, com pH de 2,65 e 2,63, respectivamente, e semelhantes aos dados de Moreira et al. (2013) e Sogi et al. (2015) ao liofilizarem polpa de manga da variedade Tommy Atkin, sem adições, com pH de 3,75 e 3,65, respectivamente.

Os valores médios da relação SST/ATT das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização estão dispostas na Tabela 4.33. Em virtude da elevação dos SST (Tabela 4.30) e redução da ATT (Tabela 4.31), houve aumento da relação composta pelos sólidos em solução e acidez titulável com as adições de maltodextrina e de goma arábica, sugerindo que as polpas em pó tornaram-se sensorialmente mais doces à medida que se aumentava a concentração do adjuvante de liofilização. Oliveira et al. (2014b) liofilizaram polpas de

cajá formuladas com e sem maltodextrina e evidenciaram elevação da relação SST/ATT com o acréscimo de 17% de aditivo, com o valor desta relação subindo de 8,56 para 29,14, estando em acordo com o observado para as polpas de umbu-cajá deste trabalho. A relação SST/ATT é um indicativo do sabor da fruta, e quanto maior o valor desta relação, mais elevado é a doçura sensorial do produto, logo as amostras formuladas com 30% dos aditivos seriam as de saber mais doce. Em uma mesma concentração de aditivos, percebeu-se que a relação SST/ATT foi superior para as amostras formuladas com goma arábica, diferindo estatisticamente dos pós contendo maltodextrina. Apesar dessas variações, são necessários testes sensoriais para atestar diferenças nas doçuras das polpas em pó, relacionada à relação SST/ATT.

**Tabela 4.33** - Resultados médios da relação dos sólidos solúveis totais com a acidez total titulável das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	5,64 ± 0,02 dA	5,64 ± 0,02 dB
10	11,04 ± 0,02 cA	10,55 ± 0,07 cB
20	16,83 ± 0,22 bA	16,06 ± 0,12 bB
30	25,08 ± 0,34 aA	23,82 ± 0,27 aB

Diferença mínima significativa para linha = 0,3119; Diferença mínima significativa para coluna = 0,4210; Média geral = 14,33; Coeficiente de variação (%) = 1,26; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A relação SST/ATT variou de 5,64 (pó padrão) a 23,82 (pó formulado 30% de goma arábica), encontrando-se inferiores aos resultados publicados por Canuto et al. (2014), que foram de 64,48 a 168,49, ao desidratarem polpa de mamão em pó com diferentes concentrações de maltodextrina (0, 5 e 15%). Estes autores também relataram elevação da relação SST/ATT com o aumento da concentração de aditivo. Cavalcanti-Mata et al. (2005) encontraram relação SST/ATT de 46,35 em polpa de graviola obtida por liofilização, encontrado-se também superior aos das polpa de umbu-cajá. Em contrapartida, Moreira et al. (2013) desidrataram polpa de manga por liofilização e reportaram relação SST/ATT de 23,26, semelhante aos dados deste trabalho.

Na Tabela 4.34 estão apresentados os valores médios dos açúcares totais das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. O aumento da concentração de maltodextrina e de goma arábica ocasionaram decréscimos significativos nos teores de açúcares totais,

atingindo concentrações de 24,5% e 23,98% para as formulações compostas dos respectivos aditivos em nível de 30% de adição, o que corresponde a reduções de 56,47% e 57,13%. Isso está relacionado, provavelmente, a diluição dos açúcares da polpa de umbu- cajá pela incorporação de adjuvantes constituídos na maior parte por carboidratos complexos (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015a; ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015b). Comportamento semelhante foi reportado por Canuto et al. (2014) que, ao desenvolverem polpa de mamão liofilizada utilizando-se diferentes concentrações de maltodextrina (0, 5 e 15%), observaram decréscimos dos teores de açúcares totais de 92,99% para 74,02%. Entretanto, Oberoi & Sogi (2015) reportaram fenômeno inverso ao relatado no presente estudo, com elevação dos açúcares totais em formulações de melancia em pó adicionadas de 3%, 5%, 7% e 10% de maltodextrina.

**Tabela 4.34** - Resultados médios dos açúcares totais em glicose (%) das polpas de umbu- cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	55,94 ± 0,36 aA	55,94 ± 0,36 aA
10	34,99 ± 0,27 bA	33,79 ± 0,25 bB
20	28,69 ± 0,18 cA	27,47 ± 0,17 cB
30	24,35 ± 0,35 dA	23,98 ± 0,44 dB

Diferença mínima significativa para linha = 0,5371; Diferença mínima significativa para coluna = 0,7251; Média geral = 35,64%; Coeficiente de variação (%) = 0,87; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Foi observado ainda que, para uma mesma concentração de aditivos, os valores de açúcares totais foram superiores para os pós contendo maltodextrina, diferindo estatisticamente das amostras formuladas com goma arábica, provavelmente relacionado à composição química dos adjuvantes utilizados (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015a; ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015b). Os valores encontrados para açúcares totais (55,94% a 23,98%) foram semelhantes aos reportados por Oliveira et al. (2014b) e Oliveira. (2014a) ao produzirem polpas de cajá adicionado de 17% de maltodextrina e mandacaru sem adições pelo método de secagem por liofilização, encontraram teores de 30,53% e 45,20%, respectivamente.

Estão dispostos na Tabela 4.35 os valores médios dos açúcares redutores das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. Verificou-se que os teores de açúcares

reduzidores decresceram significativamente com o aumento da concentração de maltodextrina, para qualquer aditivo utilizado, seguindo mesmo comportamento registrado para os açúcares totais (Tabela 4.34) e encontrando-se em acordo com Canuto et al. (2014), que reportaram redução dos açúcares redutores em polpa de mamão liofilizada com o aumento da concentração de maltodextrina (0, 5 e 15%). No estudo de Oliveira et al. (2014b) não foi verificado diferença estatística significativa entre as amostras de polpa de cajá em pó, tanto a padrão (sem adição de aditivo) quanto a adicionada de 17% de maltodextrina, com teores de 26,98% e 27,52%, respectivamente, sendo diferente ao evidenciado para as polpas de umbu-cajá em pó.

**Tabela 4.35** - Resultados médios dos açúcares redutores em glicose (%) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	54,32 ± 0,01 aA	54,32 ± 0,01 aA
10	33,07 ± 0,07 bA	29,70 ± 0,02 bB
20	26,47 ± 0,02 cA	19,26 ± 0,02 cB
30	21,60 ± 0,02 dA	14,20 ± 0,01 dB

Diferença mínima significativa para linha = 0,0490; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0661; Média geral = 31,62%; Coeficiente de variação (%) = 0,09; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os teores de açúcares redutores reduziram de 54,32% no pó padrão para 14,20% no pó formulado com 30% de goma arábica, com redução percentual de cerca de 74%, enquanto que a pó produzido com a polpa de umbu-cajá formulada com 30% de maltodextrina revelou redução em torno de 60%. Essa diferença foi devido, provavelmente, a dextrose equivalente (DE) da maltodextrina utilizada neste trabalho, que foi DE = 20. A DE é uma medida que caracteriza a extensão da hidrólise do amido e também indica uma média do peso molecular. Conforme aumenta o grau de hidrólise, a média do peso molecular diminui e a DE aumenta. Esta é uma medida essencialmente empírica da quantidade de açúcar redutor (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015a). A presença de unidades de açúcares redutores na maltodextrina utilizada promoveu menor diluição dos açúcares redutores provenientes da polpa de umbu-cajá, em comparação à goma arábica. Para uma mesma concentração de aditivos, observou-se que os açúcares redutores foram superiores para as polpas com maltodextrina, pelos motivos já relatados.

Os açúcares redutores ficaram compreendidos entre 54,32% (pó padrão) e 14,20% (pó da polpa formulada com 30% de goma arábica), próximos aos valores publicados por Oliveira et al. (2011a) e Oliveira et al. (2014a) em polpas de sapoti e mandacaru em pó obtidos por liofilização, com respectivamente 36,09 e 38,64%.

Têm-se na Tabela 4.36 os valores médios dos açúcares não redutores das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. Observou-se que os teores de açúcares não redutores aumentaram significativamente à medida que se elevava a concentração de maltodextrina e de goma arábica, corroborando os dados de Oberoi & Sogi (2015) que, ao obterem melancia em pó com 3, 5 e 7% de maltodextrina, evidenciaram acréscimo no teor de açúcares redutores de 6,05% a 10,06%, respectivamente. Em contrapartida, Canuto et al. (2014) relataram redução do teor de açúcares não redutores em polpas de mamão formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina (0, 5 e 15%), com valores de 56,15% na amostra isenta de aditivo e 47,65% no pó com maior nível de maltodextrina. Considerando-se os diferentes aditivos, em uma mesma concentração, verificou-se que as amostras em pó obtidas das polpas formuladas com goma arábica apresentaram os maiores teores de açúcares não redutores, provavelmente decorrentes de diferenças na composição dos carboidratos de ambos os aditivos utilizados (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015a; ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015b).

**Tabela 4.36** - Resultados médios dos açúcares não redutores em sacarose (%) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	1,54 ± 0,10 cA	1,54 ± 0,10 dA
10	1,82 ± 0,05 bcB	3,89 ± 0,18 cA
20	2,10 ± 0,01 bB	7,80 ± 0,22 bA
30	2,61 ± 0,07 aB	9,29 ± 0,27 aA

Diferença mínima significativa para linha = 0,2599; Diferença mínima significativa para coluna = 0,3509; Média geral = 3,82%; Coeficiente de variação (%) = 3,92; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os pós de umbu-cajá produzidos com polpas formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e de goma arábica revelaram teores de açúcares não redutores compreendidos entre 1,54 e 9,29%, semelhantes aos valores publicados por Oliveira et al. (2014a). Estes autores liofilizaram polpa de mandacaru integral e

encontraram teor de açúcares não redutores de 6,23%. Oliveira et al. (2011a) desidrataram polpa de sapoti integral pelo método de secagem por liofilização e evidenciaram teor de açúcares não redutores de 36,09%, mostrando-se bem superior ao encontrado no presente estudo.

No estudo de Oliveira et al. (2014b) foi verificada elevação dos dados de açúcares não redutores em pó de cajá liofilizado produzido com polpas integral e formulada com 17% de maltodextrina, com valores de 0,54 e 2,86% respectivamente, com o último resultado incluso na faixa encontrada neste trabalho.

Podem ser verificados na Tabela 4.37 os valores médios dos teores de ácido ascórbico das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. Verificou-se que o aumento da concentração de maltodextrina e de goma arábica promoveu redução significativa dos teores de ácido ascórbico, atingindo níveis de decréscimo de 73 e 76%, respectivamente, comparando-se o pó de umbu-cajá integral com os adicionados de 30% de qualquer aditivo investigado. Esse decréscimo é devido à diluição da vitamina C pela incorporação de ingrediente composto basicamente por carboidratos. Esta observação está em conformidade com Canuto et al. (2014) que, ao desidratarem polpa de mamão em pó pelo processo de liofilização utilizando diferentes concentrações de maltodextrina (0, 5 e 15%), relataram redução do ácido ascórbico de 510,10 a 214,40 mg/100 g, correspondendo a quase 58% de decréscimo nesse micronutriente confrontado-se as formulações com 0 e 15% de maltodextrina.

**Tabela 4.37** - Resultados médios dos teores de ácido ascórbico (mg/100 g) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	131,87 ± 0,04 aA	131,87 ± 0,04 aA
10	74,02 ± 0,05 bA	73,60 ± 0,06 bB
20	50,09 ± 0,11 cA	49,34 ± 0,04 cB
30	36,07 ± 0,04 dA	32,14 ± 0,56 dB

Diferença mínima significativa para linha = 0,3572; Diferença mínima significativa para coluna = 0,4823; Média geral = 72,37 mg/100 g; Coeficiente de variação (%) = 0,28; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Em uma mesma concentração de aditivos, o ácido ascórbico apresentou-se superior nos pós de umbu-cajá produzidos com polpa formulada com maltodextrina, diferindo estatisticamente das amostras em pó com goma arábica. Apesar disso, os valores de vitamina C mostraram-se relativamente próximos, indicando que a adição de ambos os aditivos promoveram níveis de diluições do ácido ascórbico relativamente semelhantes. O ácido ascórbico variou 131,87 a 32,14 mg/100 g, aproximando-se dos valores publicados por Cavalcanti-Mata et al. (2005) em polpa de graviola liofilizada (32,60 mg/100 g), Moreira et al. (2013) ao obterem polpa de manga em pó por liofilização (52,76 mg/100 g) e Oliveira et al. (2014b) ao desidratarem por liofilização polpas de cajá integral de formulada com 17% de maltodextrina (respectivamente 168,47 e 90,46 mg/100 g).

Podem-se verificar na Tabela 4.38 os valores médios da atividade de água ( $a_w$ ) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. O aumento da concentração de maltodextrina e de goma arábica promoveu reduções significativas da  $a_w$ , atingindo ranger próximo a 0,10 nas amostras em pó contendo os aditivos na concentração de 30%. Esse resultado está relacionado diretamente à redução do teor de água com o aumento da concentração dos aditivos (Tabela 4.24), possivelmente associado a presença de açúcares amorfos (OBEROI & SOGI, 2015). Oliveira (2012c) desenvolveu polpa de mandacaru em pó por atomização utilizando-se diferentes concentrações de maltodextrina DE = 14 (10, 15 e 20%) e constataram que o aumento da concentração do aditivo promoveu redução significativa da  $a_w$ , estando em acordo com o observado no presente estudo. Semelhantemente, Oberoi & Sogi (2015) obtiveram polpa de melancia em pó por liofilização com diferentes concentrações de maltodextrina (3, 5, 7 e 10%) e reportaram decréscimo da atividade de água com a elevação dos níveis do adjuvante.

**Tabela 4.38** - Resultados médios de atividade de água das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	0,294 ± 0,000 aA	0,294 ± 0,000 aA
10	0,275 ± 0,003 bA	0,232 ± 0,002 bB
20	0,178 ± 0,002 cA	0,163 ± 0,003 cB
30	0,088 ± 0,003 dB	0,107 ± 0,003 dA

Diferença mínima significativa para linha = 0,0038; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0051; Média geral = 0,2038; Coeficiente de variação (%) = 1,06; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Para uma mesma concentração de aditivos, percebeu-se que a  $a_w$  foi superior na maioria das formulações contendo maltodextrina (10 e 20%), diferindo estatisticamente das amostras com goma arábica, indicando que essas amostras possuem uma maior quantidade de água disponível para reações biológicas (OBEROI & SOGI, 2015) em comparação aos pós com goma arábica. Para a concentração de 30% de aditivos, o menor valor de  $a_w$  foi registrado na amostra formulada com maltodextrina, diferindo estatisticamente do pó com goma arábica. Apesar disso, todas as polpas de umbu-cajá em pó apresentaram valores de  $a_w$  inferiores a 0,60, valor este que não favorece o desenvolvimento de micro-organismos (FRANCO & LANDGRAF, 2003). As polpas de umbu-cajá em pó apresentaram  $a_w$  variando de 0,294 (pó padrão) a 0,088 (pó com 30% de maltodextrina), mostrando-se inferiores ao valor encontrado por Oliveira et al. (2014a) em polpa de mandacaru liofilizado (0,323) e semelhantes aos dados publicados por Nualkaekul et al. (2012) em sucos instantâneos probióticos de morango (0,140 e 0,150), romã (0,210) e groselha (0,130 e 0,140), ambos obtidos por liofilização.

Os valores médios de luminosidade ( $L^*$ ) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização estão apresentados na Tabela 4.39. Houveram elevações significativas da  $L^*$  dos pós de umbu-cajá com o aumento das concentrações de maltodextrina e de goma arábica, resultantes da incorporação de ingredientes de coloração mais claras e com maior capacidade de refletir a luz. Os valores de  $L^*$  decresceram de 65,82 (pó integral) para 80,93 e 80,14, respectivamente para os pós formulados com maltodextrina e goma arábica, correspondendo a elevações em torno de 23 e 22%. Este fenômeno foi também reportado por Oberoi & Sogi (2015) que, ao produzirem sucos de melancia em pó por liofilização formulados com 3, 5, 7 e 10% de maltodextrina, relataram clareamento significativo das

amostras em pó à medida que a concentração de aditivo aumentava, com elevação da  $L^*$  de 55,53 para 59,45, correspondendo a cerca de 7% de acréscimo. No estudo de Oliveira et al. (2014b) foi constatado que a adição de 17% de maltodextrina promoveu clareamento do pó da polpa de cajá obtida por liofilização, com  $L^*$  aumentando de 54,43 a 58,41, corroborando portanto com os dados do presente estudo.

**Tabela 4.39** - Resultados médios da luminosidade ( $L^*$ ) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	65,82 ± 0,02 dA	65,82 ± 0,02 dA
10	76,83 ± 0,03 cA	76,36 ± 0,03 cB
20	78,83 ± 0,02 bA	78,23 ± 0,04 bB
30	80,93 ± 0,04 aA	80,14 ± 0,03 aB

Diferença mínima significativa para linha = 0,0490; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0661; Média geral = 75,37; Coeficiente de variação (%) = 0,04; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Observou-se que, para uma mesma concentração de aditivos, a  $L^*$  permaneceu superior nos pós obtidos das polpas formuladas com maltodextrina, diferindo estatisticamente das amostras adicionadas de goma arábica, provavelmente devido à diferença de cor dos aditivos utilizados, já que a maltodextrina apresentou coloração branca e a goma arábica teve tonalidade amarelada. Os valores de  $L^*$  ficaram compreendidos entre 65,82 e 80,14, semelhantes aos dados publicados por Jiang et al. (2014) em banana (67,09), Qiao et al. (2013) em polpa de lichia (80,22 a 83,20) e Guiné & Barroca (2012) em abóbora (77,70), ambos os produtos obtidos por liofilização. Entretanto, valores inferiores foram encontrados por Kuck & Noreña (2016) em pó de extrato de cascas de uva microencapsulado com goma arábica, goma guar parcialmente hidrolisada e polidextrose, com valores de  $L^*$  inferiores de 30.

Na Tabela 4.40 estão apresentados os valores médios de intensidade de vermelho ( $+a^*$ ) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. A adição de maltodextrina e de goma arábica reduziram significativamente a coordenada  $+a^*$ , com valores decrescendo de 12,49 para 3,59 e 4,68, respectivamente, ocasionados pela diluição da cor do umbu-cajá promovida pelos adjuvantes de secagem que se apresentaram claras. Entretanto, as amostras acrescidas de goma arábica detiveram a menor redução de  $+a^*$ , com nível de

decréscimo em torno de 63%, enquanto que para pó com maltodextrina houve redução próxima a 71%, comparando-se as amostras em pó integral e com 30% de aditivos. Tonon et al. (2009b) investigaram a influência da concentração de maltodextrina sobre as características de cor do suco de açaí em pó obtido por atomização e verificaram que o aumento da concentração do agente carreador promoveu redução significativa da coordenada +a\*, comportamento coerente com o observado para os pós de umbu-cajá. De igual forma, Oliveira et al. (2014b) reportaram, ao desenvolverem polpa de cajá em pó integral e formulada com 17% de maltodextrina, redução da cromaticidade a\*.

**Tabela 4.40** - Resultados médios da intensidade de vermelho (+a\*) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	12,49 ± 0,02 aA	12,49 ± 0,02 aA
10	6,25 ± 0,04 bB	7,03 ± 0,01 bA
20	5,25 ± 0,01 cB	6,28 ± 0,02 cA
30	3,59 ± 0,03 dB	4,68 ± 0,01 dA

Diferença mínima significativa para linha = 0,0355; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0480; Média geral = 7,26; Coeficiente de variação (%) = 0,28; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Em uma mesma concentração de aditivos, notou-se que a coordenada +a\* foi mais elevada nas amostras contendo goma arábica, diferindo estatisticamente daquelas formuladas com maltodextrina, provavelmente pela diferença de cor existente entre ambos os adjuvantes. Os dados de +a\* variaram bastante entre as amostras (12,49 a 3,59), encontrando-se inferiores aos resultados de Kuck & Noreña (2016) ao obterem extrato de cascas de uva em pó por liofilização microencapsulado com goma arábica, goma guar parcialmente hidrolisada e polidextrose, com valores oscilando entre 25,36 e 46,29. Em contrapartida, Oliveira (2012c) encontrou em polpa de mandacaru desidratada por aspersão dados da componente +a\* compreendida entre 7,85 a 11,61, situando-se dentro da faixa de variação reportada para as polpas de umbu-cajá em pó.

Têm-se dispostos na Tabela 4.41 os valores médios de intensidade de amarelo (+b\*) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. A adição de diferentes níveis de maltodextrina e de goma arábica promoveu redução significativa da coordenada +b\* das amostras em pó. Sabe-se que a coloração amarela de alguns frutos, a exemplo do

umbu-cajá, é devido à presença de carotenóides (CAPARINO et al., 2012). Logo a adição dos adjuvantes de liofilização promoveu diluição destes pigmentos e, conseqüentemente, contribuiu para a redução da componente +b\* de 44,84 para 20,08 e 25,31, respectivamente nos pós contendo maltodextrina e goma arábica. O percentual de redução foi inferior na amostra formulada com goma arábica (~44%) devido à coloração mais amarela deste aditivo, fato este também observado para uma mesma concentração de aditivos, onde as amostras formuladas com goma arábica apresentaram os maiores valores de +b\*, diferindo estatisticamente dos pós com maltodextrina.

**Tabela 4.41** - Resultados médios da intensidade de amarelo (+b\*) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	44,84 ± 0,03 aA	44,84 ± 0,03 aA
10	31,57 ± 0,02 bB	32,06 ± 0,04 bA
20	27,46 ± 0,04 cB	30,13 ± 0,02 cA
30	20,08 ± 0,04 dB	25,31 ± 0,02 dA

Diferença mínima significativa para linha = 0,0504; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0680; Média geral = 32,04; Coeficiente de variação (%) = 0,09; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O comportamento decrescente observado para a componente +b\* está em acordo com as observações realizadas por Oberoi & Sogi (2015) ao obterem sucos de melancia formulados com 3, 5, 7 e 10% de maltodextrina desidratados pelo método de liofilização, com diminuição da cromaticidade b\* de 8,29 a 7,75, correspondendo a 6,5%. Ferrari et al. (2012a) também evidenciaram que o aumento da concentração de maltodextrina (5, 15 e 25%) reduzia a coordenada b\* da polpa de amora-preta atomizada. As polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização revelaram dados para a coordenada b\* compreendidos entre 44,84 e 20,08, sendo semelhantes ao valor encontrado por Moreira et al. (2013) que, ao desidratarem polpa de manga integral por liofilização, relataram componente +b\* de 19,20. Oliveira et al. (2014b) verificaram, ao liofilizarem polpa de cajá integral e formulada com 17% de maltodextrina, valores de +b\* de 24,09 e 21,34, próximos aos deste estudo.

Podem ser analisados na Tabela 4.42 os valores médios de croma (C\*) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. Esse parâmetro reduziu significativamente

com o aumento da concentração de maltodextrina e de goma arábica, relacionado diretamente às reduções das tonalidades vermelha (Tabela 4.40) e amarela (Tabela 4.41) que promoveu a diluição da cor do umbu-cajá, tornando os pós com colorações mais suaves e menos intensas. Como produtos alimentícios com  $C^*$  mais elevados possuem maior intensidade da cor (OLIVEIRA et al., 2015a), os pós das polpas de umbu-cajá integral e formulado com 10% de aditivos seriam os mais atrativos se estivessem disponíveis em comércio, por causa da maior saturação da cor. Para uma mesma concentração de aditivos, observou-se que amostras acrescidas de goma arábica revelaram os maiores valores para a componente  $C^*$ , justificado pela menor diluição das tonalidades vermelho e amarelo em virtude da coloração deste aditivo, diferindo estatisticamente dos pós formulados com maltodextrina. Tonon et al. (2009b) evidenciaram, ao estudarem a influência da concentração de maltodextrina sobre as características de cor do suco de açaí em pó obtido por atomização, redução da coordenada  $C^*$  com o aumento da concentração do agente carreador, estando em conformidade com o resultado para o umbu-cajá em pó.

**Tabela 4.42** - Resultados médios do croma ( $C^*$ ) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	46,55 ± 0,02 aA	46,55 ± 0,02 aA
10	32,19 ± 0,03 bB	32,82 ± 0,04 bA
20	27,95 ± 0,04 cB	30,78 ± 0,02 cA
30	20,40 ± 0,04 dB	25,74 ± 0,02 dA

Diferença mínima significativa para linha = 0,0515; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0696; Média geral = 32,87; Coeficiente de variação (%) = 0,09; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Observou-se que as polpas de umbu-cajá revelaram valor de  $C^*$  inicial de 46,55 na amostra integral, com esta coordenada decrescendo para 20,40 e 25,74, respectivamente nas amostras formuladas com maltodextrina e goma arábica, correspondendo a um decréscimo percentual em torno de 56 e 45%, respectivamente. Esses resultados são próximos aos publicados por Oberoi & Sogi (2015) em sucos de melancia liofilizados formulados com 3, 5, 7 e 10% de maltodextrina, em  $C^*$  oscilou de 20,58 a 19,09, sendo evidenciado pelos autores comportamento decrescente da coordenada  $C^*$  com a adição do adjuvante. Oliveira et al. (2014b) reportaram coordenadas  $C^*$  de 24,09 e 21,38 ao

desenvolverem pós de polpa de cajá integral e formulado com 17% de maltodextrina, respectivamente, semelhantes aos dados dos pós de umbu-cajá. No estudo de Costa et al. (2014) foi verificado valores de  $C^*$  (6,86 a 9,58) bem inferiores em pós de graviola atomizado com diferentes concentrações de maltodextrina de 15, 30 e 45%.

Os valores médios de ângulo de tonalidade ( $h^*$ ) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização estão apresentados na Tabela 4.43. Em razão da maior diluição da tonalidade vermelha (Tabela 4.40) em relação à coloração amarela (Tabela 4.41), observou-se elevação significativa da componente  $h^*$  com o aumento da concentração de goma arábica e de maltodextrina, com valores se distanciando da região do vermelho, que corresponde ao ângulo  $h^* = 0^\circ$ , e aproximando-se da região do amarelo, que equivale ao ângulo  $h^* = 90^\circ$  (ALVES et al., 2008b). Isso sugere que as amostras ficaram mais amareladas, todavia deve-se considerar que a redução do  $C^*$  indicou que a intensidade do amarelo diminuiu, tornando-se mais claras e estando em acordo ainda com a  $L^*$  que aumentou. Comportamento semelhante também foi verificado por Oliveira et al. (2014b) ao liofilizarem polpa de cajá integral e formulada com 17% de maltodextrina. Os autores citados observaram elevação da componente  $h^*$  de 88,95 a 93,62.

**Tabela 4.43** - Resultados médios do ângulo de tonalidade ( $h^*$ ) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	74,44 ± 0,02 dA	74,44 ± 0,02 dA
10	78,80 ± 0,06 cA	77,63 ± 0,02 cB
20	79,18 ± 0,02 bA	78,22 ± 0,03 bB
30	79,85 ± 0,05 aA	79,52 ± 0,01 aB

Diferença mínima significativa para linha = 0,0619; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0835; Média geral = 77,76; Coeficiente de variação (%) = 0,05; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Para uma mesma concentração de aditivos, observou-se que os pós formulados com maltodextrina detiveram os maiores valores de  $h^*$ , diferindo estatisticamente das amostras adicionadas de goma arábica, devido principalmente à maior diluição da cor vermelha nos pós com o primeiro adjuvante de secagem (Tabela 4.40). Os valores de  $h^*$  ficaram compreendidos entre 74,44 e 79,52, com aumentos percentuais de 7,3 e 6,8% para os pós integrais e formulados com 30% de maltodextrina e goma arábica, respectivamente.

Moreira et al. (2013) estudaram o perfil de cor de polpa de manga integral desidratada por liofilização, e reportaram coordenada de  $h^*$  superior ao deste trabalho, com valor de 95,98.

Na Tabela 4.44 estão apresentados os valores médios da diferença total de cor ( $\Delta E^*$ ) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. Esta variável é um parâmetro colorimétrico extensivamente utilizado para caracterizar a variação de coloração em alimentos durante o processamento (GUINÉ & BARROCA, 2012), em que quanto maior o valor de  $\Delta E^*$ , maior a diferença de cor do produto processado em relação ao produto original (ALVES et al., 2008b). Observou-se que a  $\Delta E^*$  aumentou significativamente com o aumento das concentrações de maltodextrina e de goma arábica, atingindo no nível mais elevado de aditivos valores de 30,34 e 25,44, respectivamente. Para melhor interpretação dos resultados de diferença de cor dos pós de umbu-cajá, utilizou-se a faixa de variação proposta por Obón et al. (2009), que afirmaram que  $\Delta E^*$  entre 0 e 1,5 a diferença de cor é muito pequena, sendo considerada quase idêntica através da observação visual,  $\Delta E^*$  entre 1,5 e 5,0 a diferença de cor pode ser distinguida e  $\Delta E^*$  maior do que 5,0 a diferença de cor é evidente. Levando-se em consideração esta classificação, os pós de umbu-cajá com adições mostraram-se com colorações diferentes ao pó integral, relacionado ao clareamento (Tabela 4.39) e diluições das cores vermelha (Tabela 4.40) e amarela (Tabela 4.41), com a diferença de cor sendo aumentada com a elevação dos adjuvantes, o que reflete em descaracterização do produto em relação às características sensoriais originais, apesar de o acréscimo de aditivos melhorar características físicas importantes. Em uma mesma concentração de aditivos, verificou-se que a  $\Delta E^*$  permaneceu superior nos pós acrescidos de maltodextrina, diferindo estatisticamente das amostras formuladas com goma arábica, indicando a adição do primeiro adjuvante promove maior diluição da cor do produto, já que apresenta coloração branca.

**Tabela 4.44** - Resultados médios da diferença total de cor ( $\Delta E^*$ ) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	-	-
10	18,34 ± 0,16 cA	17,44 ± 0,12 cB
20	22,89 ± 0,09 bA	20,22 ± 0,10 bB
30	30,34 ± 0,32 aA	25,44 ± 0,06 aB

Diferença mínima significativa para linha = 0,2963; Diferença mínima significativa para coluna = 0,3626; Média geral = 22,44; Coeficiente de variação (%) = 0,74; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

No estudo de Oberoi & Sogi (2015) foi evidenciado comportamento semelhante aos pós de umbu-cajá, em que os valores de  $\Delta E^*$  aumentaram à medida que se elevava a concentração de maltodextrina (3, 5, 7 e 10%) em suco de melancia em pó obtido por liofilização. As polpas de umbu-cajá em pó detiveram  $\Delta E^*$  variando de 17,44 a 30,34, inferiores ao valor encontrado por Oliveira et al. (2014) em pó de polpa de cajá com adição de 17% de maltodextrina, que foi de 5,17, todavia com diferença de cor evidente entre as amostras, sendo classificação de Obón et al. (2009). Tonon et al. (2009b) estudaram a influência da concentração de maltodextrina (10, 20 e 30%) sobre as características de cor do suco de açaí em pó obtido por atomização e verificaram  $\Delta E^*$  de 7,88 e 10,94 nas formulações com 20 e 30% de aditivo, em comparação ao pó com 10% de maltodextrina.

Estão apresentados na Tabela 4.45 os valores médios da molhabilidade das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. Esta propriedade pode ser caracterizada pela susceptibilidade das partículas em serem penetradas pela água, e está relacionada tanto à composição química do alimento, quanto aos fatores físicos, especialmente tamanho e forma das partículas e temperatura da água de reconstituição (TONON, 2009). Nos pós de umbu-cajá, constatou-se que as maiores concentrações de maltodextrina e de goma arábica aumentaram a molhabilidade dos pós, indicando que o tempo necessário para a completa submersão do pó da superfície do líquido em repouso diminuiu com a adição dos aditivos. Isso está relacionado diretamente ao aumento da porosidade (Tabela 4.51), uma vez que resulta em maior quantidade de dutos de ar intersticial que favorecem a difusão do líquido. De acordo com Vissotto et al. (2006), o espaço intersticial apresentado por partículas grandes e de forma irregular favorece a molhabilidade, enquanto que partículas pequenas acarretam uma redução dos interstícios, prejudicando a penetração de água. No caso dos

pós obtidos por liofilização, existe grande variabilidade de tamanho de partículas, o que pode ter repercutido no parâmetro analisado. Este resultado está condizente com a observação de Oliveira (2012c) que, ao produzirem polpa de mandacaru em pó por *spray drying*, relataram aumento da molhabilidade à medida que se elevava a concentração (10, 25 e 20%) de maltodextrina DE = 10 e 14. No estudo, o autor ainda observou que o aumento da DE do aditivo favoreceu a elevação deste parâmetro, em razão da capilaridade.

**Tabela 4.45** - Resultados médios de molhabilidade (mg/s) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	3,12 ± 0,09 dA	3,12 ± 0,09 bA
10	5,99 ± 0,73 cA	3,60 ± 0,10 bB
20	12,93 ± 0,97 bA	5,71 ± 0,44 aB
30	21,69 ± 1,59 aA	6,33 ± 0,26 aB

Diferença mínima significativa para linha = 1,2699; Diferença mínima significativa para coluna = 1,7144; Média geral = 7,81 mg/s; Coeficiente de variação (%) = 9,39; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Para uma mesma concentração de aditivos, verificou-se que os pós de umbu-cajá produzidos com maltodextrina detiveram os maiores valores de molhabilidade, diferindo estatisticamente das amostras com goma arábica. Apesar dos pós confeccionados com goma arábica terem revelado os maiores valores de porosidade, em uma mesma concentração de aditivos (Tabela 4.51), observou-se que não houve correlação da porosidade com a molhabilidade, provavelmente devido à presença de poros descontínuos nestas amostras, o que impediria o deslocamento da água. Quando os poros estão pouco interligados, estes não contribuem para o deslocamento dos fluidos, resultando em um maior tempo de molhamento (TONON, 2009).

Na Tabela 4.46 têm-se os valores médios de solubilidade das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. Segundo Sharma et al. (2012), a solubilidade é uma propriedade importante de matérias-primas alimentícias, onde pós pouco solúveis podem causar dificuldades de processamento e pode resultar em perdas econômicas na indústria. Os valores de solubilidade aumentaram significativamente com o aumento das proporções de maltodextrina e de goma arábica, relacionada não somente à presença de açúcares (SOGI et al., 2015), mas principalmente a adição de adjuvantes de alta solubilidade em

água (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2015a,b). Observou-se também correlação inversa dessa variável com os teores de água (Tabela 4.24), em que a solubilidade aumentou com a redução dessa variável, estando em acordo com Kuck & Noreña (2016) que afirmaram que quanto mais baixo é o teor de água, mais solúvel é o produto. Os valores de solubilidade variaram de 89,64%, no pó integral, a 94,88 e 92,42% nas amostras com 30% de maltodextrina e goma arábica, respectivamente, o que corresponde a acréscimos de cerca de 6 e 3%. Caparino et al. (2012) encontraram solubilidade próxima, de 89,70%, em pó da polpa de manga integral desidratado por liofilização. Valores de solubilidade ligeiramente inferiores (81,51 to 85,75%) foram relatados por Ceballos et al. (2012) ao estudarem o efeito da taxa de congelamento sobre as características de polpas de graviola liofilizadas formuladas com 18% de maltodextrina. Essas diferenças podem ser devido à composição da matéria-prima, especialmente a presença de material insolúvel. O processo de refino das polpas de umbu-cajá, com remoção de fibras, melhorou os resultados de solubilidade dos pós deste estudo.

**Tabela 4.46** - Resultados médios de solubilidade (%) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	89,64 ± 0,14 cA	89,64 ± 0,14 bA
10	91,49 ± 0,55 bA	89,59 ± 0,46 bB
20	93,55 ± 1,34 aA	91,67 ± 0,81 aB
30	94,88 ± 0,44 aA	92,42 ± 0,74 aB

Diferença mínima significativa para linha = 1,1866; Diferença mínima significativa para coluna = 1,6019; Média geral = 91,61%; Coeficiente de variação (%) = 0,75; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Verificou-se ainda que, para uma mesma concentração de aditivos, houve superioridade dos dados de solubilidade nas amostras contendo maltodextrina, diferindo estatisticamente daquelas formuladas com goma arábica. Esse resultado está consistente com Tonon et al. (2009c) ao desenvolverem polpa de açaí em pó em *spray drying* utilizando diferentes agentes carreadores, na concentração de 6%. Os autores evidenciaram solubilidade de 96,12 e 94,78% respectivamente para as amostras acrescidas de maltodextrina e goma arábica. Produtos obtidos por liofilização apresentam solubilidade inferior àqueles obtidos por atomização (KUCK & NOREÑA, 2016), por isso Tonon et al.

(2009c) encontraram elevados para este parâmetro, mesmo utilizando baixa concentração de aditivos.

Estão apresentados na Tabela 4.47 os valores médios de higroscopicidade das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. A avaliação da higroscopicidade em alimentos é muito importante, especialmente em frutas desidratadas, por causa da influência no momento do envase nas embalagens. Também está intimamente associada a estabilidade física, química e microbiológica destes produtos (BORGES, 1988). Constatou-se redução significativa da higroscopicidade, com acréscimos de maltodextrina e goma arábica, com decréscimo dessa variável correspondendo a cerca de 42 e 26%, devido ao fato desses aditivos apresentarem higroscopicidade reduzida, confirmando eficiência de uso como adjuvantes de secagem, no sentido de reduzir a higroscopicidade de produtos desidratados (TONON et al., 2009b; FERRARI et al., 2012a).

As diferenças nos percentuais de redução da higroscopicidade nos pós de umbu-cajá também podem ser devido ao tamanho das partículas produzidas por cada um dos aditivos. Quanto maior o tamanho de partícula, menor será a área de superfície exposta e, conseqüentemente, menor será a adsorção de água a partir do ambiente (TONON et al., 2009c). Adicionalmente, o caráter higroscópico de pós de frutas, com consideráveis teores de açúcar, pode ser devido ao estado amorfo desses pós. Como os teores de açúcares reduziram com o aumento da concentração de aditivos promovida pela elevação dos sólidos, provavelmente houve redução da quantidade de açúcar amorfo e, conseqüentemente, decréscimo da higroscopicidade, visto que, no caso de pós de frutas, os açúcares (sacarose, glicose e frutose) são responsáveis por fortes interações com a molécula de água em razão dos terminais polares presentes nessas moléculas (JAYA & DAS, 2004).

**Tabela 4.47** - Resultados médios de higroscopicidade (%) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	28,62 ± 0,43 aA	28,62 ± 0,43 aA
10	21,04 ± 0,19 bB	23,10 ± 0,32 bA
20	18,99 ± 0,21 cB	22,21 ± 0,09 cA
30	16,63 ± 0,09 dB	21,18 ± 0,11 dA

Diferença mínima significativa para linha = 0,4698; Diferença mínima significativa para coluna = 0,6342; Média geral = 22,55%; Coeficiente de variação (%) = 1,20; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Costa et al. (2014) observaram comportamento semelhante ao estudarem as características físicas de polpa de graviola em pó obtida por atomização. No trabalho dos autores foram utilizados 15, 30 e 45% de maltodextrina e foi constatado que a utilização deste aditivo foi eficiente para reduzir a higroscopicidade dos pós de graviola produzidos, com redução em torno de 45% em virtude da elevada concentração usada. Comportamento semelhante também foi relatado por Muzaffar & Kumar (2015) ao estudarem a secagem por atomização da polpa de tamarindo utilizando-se como adjuvante a proteína isolada de soja nas concentrações de 15 a 25%, mostraram que houve redução da higroscopicidade com o aumento da concentração do aditivo, com valores variando de 23,13 a 34,04%, sendo, no entanto, superiores aos verificados para os pós das polpas de umbu-cajá deste trabalho.

Em uma mesma concentração de aditivos, pôde-se verificar que a higroscopicidade foi mais elevada nas amostras contendo goma arábica, apresentando diferença estatística significativa dos pós contendo maltodextrina, podendo estar relacionado ao número de grupos hidrófilos presentes na estrutura de cada agente (TONON et al., 2009c). No estudo de Tonon et al. (2009c) foi verificado maior higroscopicidade no pó de açaí atomizado produzido com goma arábica (19,74%) em comparação ao pó formulado com maltodextrina DE = 10, corroborando com os dados desta pesquisa. Os valores de higroscopicidade variaram de 28,62%, no pó integral, a 16,63 e 21,18% nas amostras adicionadas de 30% de maltodextrina e de goma arábica, respectivamente. Esses dados são próximos aos publicados por Caparino et al. (2012) em polpa de manga integral liofilizada (18,0%) e Ferrari et al. (2012a) em polpa de amora preta obtidas por atomização (18,77 a 29,51). Kuck & Noreña (2016) relataram em pós de extrato de cascas de uva

microencapsulado com goma arábica, goma guar parcialmente hidrolisada e polidextrose, faixa de higroscopicidade inferior ao deste trabalho (11,67 a 16,61%).

A Tabela 4.48 apresenta têm-se os valores médios de densidade aparente das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. A densidade aparente reduziu significativamente com o aumento da concentração de maltodextrina e de goma arábica, indicando que, para uma mesma massa de pó de umbu-cajá, quanto mais alto é o nível de aditivos, mais volumoso o produto se tornou. Essa observação é importante, especialmente para o envase e/ou estocagem de produtos em pó, haja vista que pode ser utilizada para melhor dimensionamento de embalagens e/ou armazéns. Observaram-se decréscimos na densidade aparente correspondendo cerca de 21 e 26% para as polpas de umbu-cajá em pó adicionadas de 30% de maltodextrina e de goma arábica, respectivamente. Estas reduções podem ser devido aos menores teores de água encontrados (Tabela 4.24) nas amostras com maiores níveis de aditivos, relacionado à maior difusão de água, que favoreceu a formação de dutos de ar e tornou o pó mais volumoso. Observou-se ainda correlação direta da densidade aparente com a solubilidade, sugerindo que quanto mais volumoso foi o pó, ou seja, quanto menos denso, maior foi sua solubilidade (SOGI et al., 2015), provavelmente pela facilidade de penetração da água na amostra, o que resultaria em menor formação de grumos.

**Tabela 4.48** - Resultados médios de densidade aparente ( $\text{g/cm}^3$ ) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	0,57 ± 0,00 aA	0,57 ± 0,00 aA
10	0,50 ± 0,01 bA	0,49 ± 0,01 bA
20	0,46 ± 0,01 cA	0,45 ± 0,03 cA
30	0,45 ± 0,03 cA	0,42 ± 0,01 cB

Diferença mínima significativa para linha = 0,0260; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0351; Média geral = 0,49  $\text{g/cm}^3$ ; Coeficiente de variação (%) = 1,57; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Pôde-se observar que, para uma mesma concentração de aditivos, a densidade aparente foi mais elevada nas amostras contendo maltodextrina, todavia, não apresentando diferença estatística nas concentrações de 10 e 20% em relação à goma arábica. Tonon et al. (2010) ao estudarem as características físicas de pós de açaí atomizados com diferentes

agentes carreadores na concentração de 6%, não observaram diferença significativa para a densidade aparente nas amostras formuladas com goma arábica e maltodextrina, estando de acordo com as observações deste trabalho. Na concentração de 30% de aditivos, notou-se que os pós de umbu-cajá adicionados de maltodextrina e de goma arábica mostraram-se estatisticamente diferentes, com menor densidade aparente registrada para a goma arábica, o que pode estar relacionado ao fato da goma utilizada ter formado uma película de modo a acumular e aprisionar ar no interior da partícula, tornando este pó menos denso (GOULA & ADAMOPOULUS, 2008).

A densidade aparente variou de 0,57 g/cm<sup>3</sup>, na amostra integral (padrão), a 0,45 e 0,42 g/cm<sup>3</sup> nos pós com 30% de maltodextrina e de goma arábica, respectivamente, aproximando-se da faixa de variação relatada por León-Martínez et al. (2010) em pó de mucilagem de figo da índia obtido com diferentes temperaturas de secagem e velocidades de atomização, com valores de 0,35 a 0,55 g/cm<sup>3</sup>. Sogi et al. (2015) e Osorio et al. (2011) reportaram valores inferiores de densidade aparente ao desidratarem manga da variedade Tommy Atkin (0,39 g/cm<sup>3</sup>) por liofilização e goiaba com goma arábica e maltodextrina na proporção de 1:5, obtida em *spray drying* (0,34 g/cm<sup>3</sup>), respectivamente. Kha et al. (2010) evidenciaram em fruta gac (*Momordica cochinchinensis*) em pó atomizado, dados superiores aos deste trabalho, com faixa de variação de 0,70 a 0,73 g/cm<sup>3</sup>.

Na Tabela 4.49 podem ser verificados os valores médios de densidade compactada das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. Segundo Medeiros & Lannes (2010), a compactação pode ser entendida como a compressão de um sistema bifásico, sólido e gás (pó e ar), sob a ação de uma força, que resulta na redução do volume do produto. A determinação da compactação é útil para a avaliação do fluxo, verificação da tendência ao atrito e à aglomeração dos pós. A densidade compactada das polpas de umbu-cajá em pó avaliadas reduziu significativamente à medida que as concentrações de maltodextrina e de goma arábica aumentavam, apresentando-se inversamente relacionadas à porosidade (Tabela 4.51). Com a compactação, a maior porosidade (existência de ar entre os grânulos de pó) teoricamente resultaria em maior compressão, o que aumentaria a densidade compactada pela maior redução de volume (remoção de ar), fato este não observado neste estudo, provavelmente pela existência de número elevado de dutos de ar no interior da partícula de pó que, mesmo comprimida, manteve-se inalterada pela formação de película de aditivos que manteve o ar aprisionado (GOULA & ADAMOPOULUS, 2008), favorecendo deste modo a obtenção de maiores volumes após compactação, considerando-se uma mesma massa de pó, reduzindo desse modo a

desidade compactada com o aumento da porosidade, considerando-se o fenômeno relatado.

**Tabela 4.49** - Resultados médios de densidade compactada ( $\text{g/cm}^3$ ) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	0,74 ± 0,01 aA	0,74 ± 0,01 aA
10	0,65 ± 0,03 bA	0,62 ± 0,01bB
20	0,58 ± 0,00 cA	0,56 ± 0,00 cA
30	0,56 ± 0,03 cA	0,51 ± 0,00 dB

Diferença mínima significativa para linha = 0,0275; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0371; Média geral = 0,62  $\text{g/cm}^3$ ; Coeficiente de variação (%) = 2,56; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Em uma mesma concentração de aditivos, constatou-se que a densidade compactada foi estatisticamente inferior na maioria das amostras contendo goma arábica, relacionado à maior porosidade encontrada nessas amostras (Tabela 4.51). A densidade compactada variou de 0,74  $\text{g/cm}^3$ , no pó integral, a 0,56 e 0,51  $\text{g/cm}^3$  respectivamente nas polpas em pó formuladas com maltodextrina e goma arábica na concentração de 30%, o que corresponde a decréscimos em torno de 24 e 31%. Esses valores são próximos aos reportados por Dias et al. (2014) ao avaliarem as propriedades tecnológicas de granulados de amido e lactose, com valores de densidade compactada de 0,580 e 0,710  $\text{g/cm}^3$ . Dantas et al. (2009) encontraram densidades compactadas inferiores aos das polpas de umbu-cajá em pó ao estudarem as propriedades físicas de pós de misturas de polpas de frutas (manga, seriguela e umbu) com diferentes fontes lipídicas (palma em pó e oleína de palma) obtidas pelo método de secagem em leito de jorro, com valores de 0,40 e 0,33  $\text{g/cm}^3$ .

Podem-se verificar na Tabela 4.50 os valores médios de densidade real das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. A densidade real, também chamada de absoluta, corresponde à densidade do sólido propriamente dito, não levando em consideração os espaços existentes entre os grânulos do produto, ao contrário da densidade aparente, também conhecida como densidade do leito, que considera todos esses espaços (TONON, 2009). Observou-se que acréscimos de maltodextrina e de goma arábica reduziram significativamente a densidade real, podendo estar relacionado à característica mesmo densa dos aditivos utilizados em relação ao pó sem adições. Também deve ser

considerado que as maiores concentrações de aditivos reduziram os teores de água (Tabela 4.24) e, como a água é mais densa que o pó seco (GHOBADIAN, 2005), sua remoção da partícula ocasionou decréscimo da densidade real. Lancha et al. (2012) evidenciaram, ao desidratarem polpas de pitanga e de jabuticaba em *spray dryer* utilizando-se 5,0% e 10,0% de maltodextrina, que a densidade real reduziu significativamente com o aumento da concentração do adjuvante de secagem, estando de acordo com o observado para as polpas de umbu-cajá em pó. Em uma mesma concentração de aditivos, verificou-se que não houve diferença significativa dos valores de densidade real entre os pós das amostras formuladas com maltodextrina e goma arábica, com valores relativamente próximos. Ferrari et al. (2012b) investigaram a influência de diferentes adjuvantes de secagem nas características físicas do pó de amora preta produzido por atomização e constataram que uma mesma concentração de maltodextrina e de goma arábica não afetaram estatisticamente os valores de densidade real dos produtos desidratados, corroborando com os dados desta pesquisa.

**Tabela 4.50** - Resultados médios de densidade real ( $\text{g/cm}^3$ ) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	1,29 $\pm$ 0,04 aA	1,29 $\pm$ 0,04 aA
10	1,19 $\pm$ 0,04 abA	1,22 $\pm$ 0,11 abA
20	1,15 $\pm$ 0,00 bA	1,17 $\pm$ 0,04 abA
30	1,14 $\pm$ 0,00 bA	1,10 $\pm$ 0,02 bA

Diferença mínima significativa para linha = 0,0864; Diferença mínima significativa para coluna = 0,1166; Média geral = 1,19  $\text{g/cm}^3$ ; Coeficiente de variação (%) = 4,18; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os valores de densidade real ficaram compreendidos entre 1,29  $\text{g/cm}^3$ , na polpa de umbu-cajá em pó sem adições, e 1,14 e 1,10  $\text{g/cm}^3$ , nos pós com 30% de maltodextrina e de goma arábica, respectivamente, correspondendo a decréscimos em torno de 12 e 15%. Sousa et al. (2015) secaram polpa de Atemóia formulada com 25% de maltodextrina em secador por aspersão e observaram valores de densidades real de 1,26  $\text{g/cm}^3$  para a amostra em pó obtida na câmara de secagem, estando próximos ao encontrado para as polpas de umbu-cajá. Tonon et al. (2013) estudaram a secagem da polpa de açaí por *spray drying* utilizando diferentes agentes carreadores e publicaram valores de densidade real de 1,511 e 1,491  $\text{g/cm}^3$ , respectivamente para as amostras formuladas com maltodextrina DE

= 20 e goma arábica, apresentando-se superiores ao evidenciado neste trabalho. Que et al. (2008) reportaram, em polpa de abóbora liofilizada, densidade real bem mais elevada, correspondendo a  $2,24 \text{ g/cm}^3$ .

Os valores médios de porosidade das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização estão dispostos na Tabela 4.51. A porosidade dos pós de umbu-cajá aumentou significativamente à medida que se adicionava maltodextrina e goma arábica, indicando que suas adições favoreceram a ocorrência de maior número de espaços vazios entre os grânulos dos produtos, mostrando-se diretamente relacionados aos teores de água (Tabela 4.24). Como o método de secagem por liofilização mantém a estrutura do material vegetal, a remoção da água congelada favoreceu a formação de um agregado poroso, que aumentou à medida que uma maior quantidade de água era removida. Ou seja, a maior difusão de solvente aquoso resultou em menores teores de água e maiores valores de porosidade. Em micropartículas encapsuladas, o fenômeno de maior número de espaços vazios implica em presença de maior quantidade de oxigênio, que pode provocar uma degradação mais rápida do composto protegido (TONON et al., 2013), logo, os pós de umbu-cajá com maiores teores de aditivos seriam os mais susceptíveis a oxidação pelo oxigênio atmosférico.

**Tabela 4.51** - Resultados médios de porosidade (%) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	$56,00 \pm 1,26$ bA	$56,00 \pm 1,26$ cA
10	$57,68 \pm 1,30$ abA	$59,10 \pm 3,38$ bA
20	$59,86 \pm 0,89$ aA	$61,89 \pm 1,43$ aA
30	$60,43 \pm 0,17$ aA	$62,22 \pm 1,42$ aA

Diferença mínima significativa para linha = 2,1270; Diferença mínima significativa para coluna = 2,8714; Média geral = 59,15%; Coeficiente de variação (%) = 2,08; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Para uma mesma concentração de aditivos, observou-se que não houve diferença estatística significativa entre os pós formulados com maltodextrina e goma arábica, indicando que os níveis de acréscimos promovem elevações semelhantes para a porosidade. Esses resultados estão em conformidade com os publicados por Tonon et al. (2013), onde não houve diferença estatística dos pós de açaí atomizados produzidos com maltodextrina DE = 20 e goma arábica. Já no estudo de Ferrari et al. (2012b) foi

constatado, em pós de amora preta obtidos por atomização, que o produto adicionado de maltodextrina DE = 20 apresentou porosidade significativamente superior àquele produzido com goma arábica. Todavia, essas diferenças podem ser decorrentes da utilização de métodos de secagem distintos, que afetam a estrutura dos pós produzidos (OIKONOMOPOULOU et al., 2011; CEBALLOS et al., 2012). Os valores de porosidade dos pós de umbu-cajá variaram de 56,00 a 62,22%, aproximando-se dos resultados obtidos por Sousa et al. (2015) ao estudarem a produção de polpa de atemóia em pó por aspersão, com valores de 60,45 e 63,69% para as amostras obtidas no ciclone e câmara de secagem, respectivamente. Caparino et al. (2012) obtiveram polpas de manga integral desidratadas por liofilização utilizando diferentes espessuras da camada de polpa (500, 350, 250 e 180 µm) e evidenciaram porosidade inferior a 60%, com valores decrescendo com a redução da espessura de secagem. Resultados superiores de porosidade foram reportados por Ayala et al. (2010) em polpa de pitaya liofilizada, com resultado de 84,52%.

Na Tabela 4.52 estão disponíveis os valores médios de fator de Hausner (FH) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. Este parâmetro é uma relação entre as densidades compactada e a aparente e avalia a coesividade de produtos em pó. Verificou-se que incrementos de maltodextrina e de goma arábica resultaram em reduções significativas do FH, provavelmente pelo fato da adição dos aditivos ter aumentado a maleabilidade dos pós produzidos. Os valores encontrados variaram de 1,31, no pó integral, a 1,23 e 1,22 respectivamente para as amostras adicionadas de maltodextrina e de goma arábica, correspondendo a decréscimos em teor de 6 e 7%. De acordo com Villanova et al. (2012), FH próximo a 1,25 indica baixa coesividade, enquanto que resultado maior que 1,5 indica boa coesividade. Geralmente, se aceita que valores abaixo de 1,25 podem ser correlacionados a um bom fluxo e acima de 1,25, a um fluxo ruim, uma vez que coesividade e fluxo são inversamente proporcionais. Considerando-se esta faixa, os pós de umbu-cajá produzidos com 30% de aditivos seriam os de melhor fluxo, ou seja, seriam menos coesivos devido à capacidade dos adjuvantes utilizados melhorarem a característica de escoabilidade de produtos em pó, quando adicionados. Todavia, deve-se considerar que os pós com FH próximos ao limite de classificação (VILLANOVA et al., 2012) podem ter a coesividade afetada por influências externas, especialmente da higroscopicidade. No momento do envase, a água adsorvida pelo pó pode aumentar a coesão do produto e, conseqüentemente, afetar a capacidade de fluxo durante o escoamento. Pós higroscópicos podem ter problemas em relação ao escoamento pela aderência de grânulos com grânulos e/ou de grânulos com a parede do equipamento utilizado no envase.

Para uma mesma concentração de aditivos, o FH mostrou-se estatisticamente igual na maioria dos tratamentos, sugerindo que as adições de maltodextrina e de goma arábica, quando em concentrações superiores a 10%, mantém níveis semelhantes de coesividade, ou seja, a coesão das partículas de pós é relativamente próxima. Yusof et al. (2012) relataram FH de 1,24 em polpa de pitaya em pó obtida por atomização, sendo semelhantes aos valores deste estudo. Valores superiores foram encontrados por Dantas et al. (2009) ao pesquisarem as propriedades físicas de pós de misturas de polpas de frutas (manga, seriguela e umbu) com diferentes fontes lipídicas (palma em pó e oleína de palma) produzidas em secador de leito de jorro, correspondendo a 1,46 e 1,58, sendo caracterizadas com partículas coesivas.

**Tabela 4.52** - Resultados médios do fator de Hausner das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	1,31 ± 0,03 aA	1,31 ± 0,03 aA
10	1,30 ± 0,06 aA	1,26 ± 0,04 bB
20	1,25 ± 0,04 bA	1,25 ± 0,00 bA
30	1,23 ± 0,05 bA	1,22 ± 0,03 cA

Diferença mínima significativa para linha = 0,0164; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0221; Média geral = 1,27; Coeficiente de variação (%) = 0,75; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Têm-se na Tabela 4.53 os valores médios de índice de compressibilidade (IC) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. Esta variável, também chamada de índice de Carr, trata-se de um método para avaliar indiretamente as propriedades de fluxo de produtos em pó por meio da relação das densidades aparente e compactada. Foi verificado que o IC diminuiu significativamente com incrementos de maltodextrina e de goma arábica, sendo encontrado na polpa integral valor de IC de 0,238 e nos pós formulados com 30% de aditivos IC de 0,185 e 0,179, respectivamente, o que corresponde a decréscimos de aproximadamente 22% e 25%. Considerando que o IC expressa a capacidade de escoamento e compressão de um sólido, valores entre 0,5 e 0,15 são indicativos de fluxo excelente e valores entre 0,12 e 0,16, indicam um bom fluxo. Por outro lado, valores maiores que 0,23 até 0,35 são atribuídos a materiais cuja fluidez é pobre (VILLANOVA et al., 2012). De acordo com os resultados, os pós de umbu-cajá tiveram a

capacidade de escoamento melhorada com a adição dos aditivos. O pó padrão, formulado com polpa integral, foi classificado como de difícil escoamento e os pós com 10 e 20% de aditivos, apesar de terem o IC reduzidos, ficaram relativamente próximos a faixa considerada de escoamento dificultoso. As amostras em pó adicionadas de 30% de aditivos apresentaram IC mais próximo da faixa considerada de bom fluxo, correlacionado-se positivamente com o FH.

**Tabela 4.53** - Resultados médios do índice de compressibilidade das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	0,238 ± 0,016 aA	0,238 ± 0,016 aA
10	0,229 ± 0,009 aA	0,203 ± 0,010 bB
20	0,200 ± 0,013 bA	0,200 ± 0,000 bA
30	0,185 ± 0,008 bA	0,179 ± 0,001 cA

Diferença mínima significativa para linha = 0,0148; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0200; Média geral = 0,209; Coeficiente de variação (%) = 4,09; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Verificou-se que em uma mesma concentração de aditivos, os valores de IC foram estatisticamente iguais na maioria dos tratamentos, demonstrando que a capacidade de escoamento é próxima nos pós processados em um mesmo nível de maltodextrina quanto de goma arábica. IC próximo aos dos pós de umbu-cajá foi encontrado por Yusof et al. (2012) ao desidratarem a polpa de pitaya por *spray drying*, com valor de 0,19. Em contrapartida, valores superiores foram evidenciados por Dantas et al. (2009) em misturas de polpas de frutas (manga, seriguela e umbu) com diferentes fontes lipídicas (palma em pó e oleína de palma) desidratadas em secador de leito de jorro, com IC correspondendo 0,31 e 0,37, o que poderia refletir em problemas de escoamento.

Estão apresentados na Tabela 4.54 os valores médios de teste de fluidez das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização. O ângulo de repouso, também chamado teste de fluidez, é uma propriedade que fornece informação sobre a escoabilidade de sólidos. Observou-se que houve decréscimo significativo no ângulo de repouso dos pós de umbu-cajá com o aumento de concentração de maltodextrina e de goma arábica, indicando que a adição desses aditivos melhorou a fluidez das amostras devido à melhor escoabilidade, mostrando-se diretamente relacionadas ao FH e IC. De acordo com Bhandari et al. (1998),

a medida do ângulo de repouso é um método simples de caracterização do comportamento de pós ou grânulos durante o escoamento. Os pós que exibem ângulos de repouso menores que 45° geralmente apresentam a propriedade de escoamento livre, enquanto ângulos acima de 50° indicam coesividade ou problemas de escoamento. De acordo com essa classificação, os pós de umbu-cajá foram classificados como de escoamento livre, sendo que, devido à menor coesão das partículas em virtude da adição dos aditivos, a fluidez dos produtos melhorou, com considerável redução do ângulo de repouso. Todavia deve-se considerar que, se expostas às condições ambientais por períodos prolongados, especialmente em umidades relativas elevadas, poderá ocorrer absorção de água pelas amostras, sendo esta absorção inversamente proporcional a concentração de aditivo utilizado. Assim, a característica higroscópica dos pós de umbu-cajá afetaria no teste de fluidez, por tornarem as partículas das amostras mais coesas entre si, inclusive com possível aderência à superfície de funis ou cones de envase.

**Tabela 4.54** - Resultados médios do teste de fluidez (°) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas pelo processo de liofilização

Concentração (%)	Aditivo	
	Maltodextrina	Goma arábica
0	43,65 ± 0,38 aA	43,65 ± 0,38 aA
10	41,53 ± 0,27 bA	41,37 ± 0,32 bA
20	40,52 ± 0,25 cA	40,55 ± 0,31 cA
30	39,20 ± 0,23 dA	39,50 ± 0,16 dA

Diferença mínima significativa para linha = 0,5158; Diferença mínima significativa para coluna = 0,6963; Média geral = 41,25°; Coeficiente de variação (%) = 0,72; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Em uma mesma concentração de aditivos, pôde-se verificar que os ângulos de repouso mostraram-se estatisticamente iguais, tanto para as amostras com maltodextrina quanto goma arábica. Esse resultado fornece uma indicação importante, haja vista que concentrações iguais de aditivos fornecem propriedades de fluidez semelhantes, ou seja, o atrito entre as partículas são próximas (MEDEIROS et al., 2001). Os valores de ângulo de repouso variaram de 43,65°, no pó padrão, a 39,20° e 39,50° respectivamente nas polpas de umbu-cajá em pó com maltodextrina e goma arábica, sendo superiores aos publicados por Astolfi-Filho et al. (2005) ao estudarem a encapsulação de suco de maracujá por co-cristalização com sacarose. Os autores evidenciaram tendência de diminuição do ângulo de

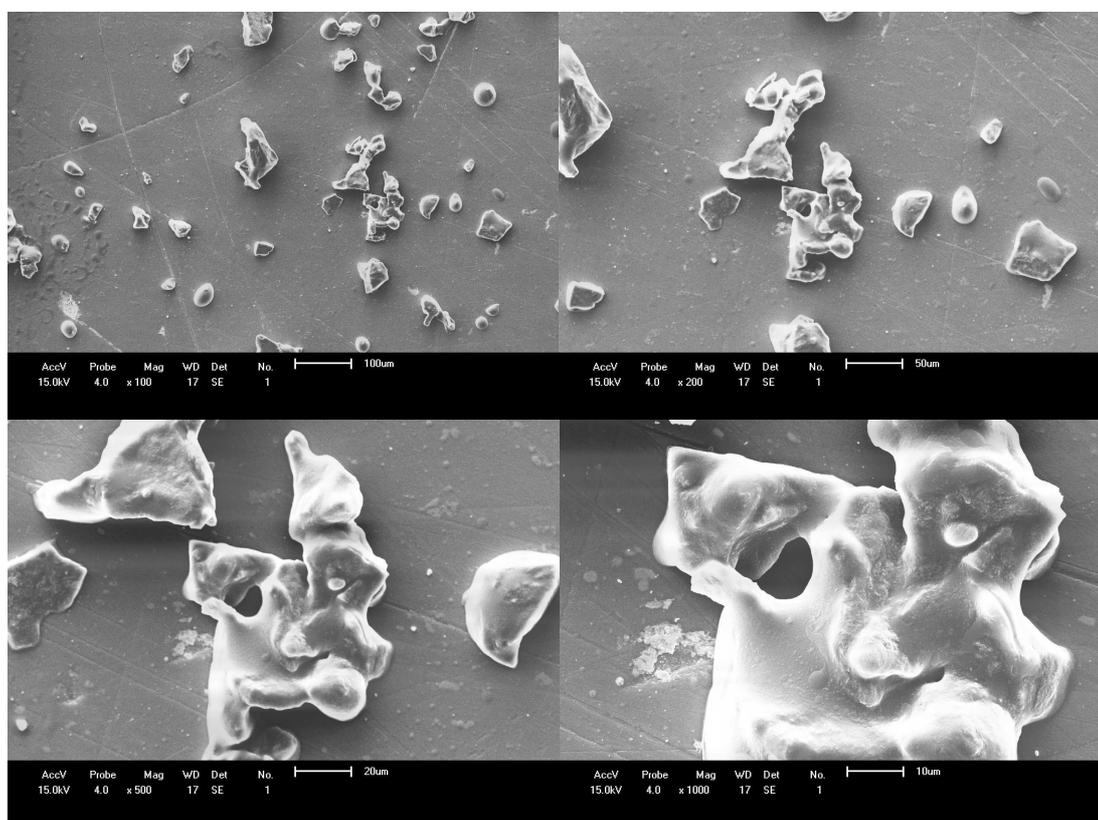
repouso em função do aumento da fração de suco de maracujá adicionado, com valores variando de 28,45 a 35,56°.

Estão dispostas nas Figuras 4.1 a 4.6 as fotomicrografias obtidas por microscópio eletrônico de varredura (MEV) das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização nas ampliações de 100×, 200×, 500× e 1000×. Apesar de diferenças quanto as concentração de maltodextrina e goma arábica utilizadas, observou-se que as microestruturas foram semelhantes para os tratamentos pertencentes a cada tipo de aditivo. Foram obtidas estruturas morfológicamente assimétricas, com tamanhos e formatos variados, com as amostras adicionadas de maltodextrina apresentando as superfícies das microestruturas mais lisas, embora algumas tenham apresentado superfície rugosa. Na secagem por liofilização, a estrutura do alimento é mantida porque a remoção de água ocorre por sublimação a partir do produto congelado com o efeito simultânea do vácuo (AN et al., 2016). Todavia, no presente estudo a polpa de umbu-cajá desidratada foi desintegrada para obtenção do pó, o que favoreceu a formação de microestruturas diferentes entre si. Observou-se na maioria das fotomicrografias, que os pós apresentaram-se porosos, o que pode estar relacionado a influência do tipo de congelamento utilizado, que foi lento. Segundo Harnkarnsujarit et al. (2012) temperaturas de congelamento próximas a -18 °C favorecem a formação de poros maiores e paredes mais espessas, enquanto temperaturas de congelamento mais baixas formam poros menores e paredes mais finas (HARNKARNSUJARIT et al., 2012). Essa afirmação é sustentada por Ceballos et al. (2012) que relataram que uma taxa de congelamento menor produz poros de tamanho superior. Caparino et al. (2014) realizaram desidratação de polpa de manga integral utilizando diferentes métodos de secagem (Refractance Window<sup>®</sup>, secagem em tambor, aspersão e liofilização) e constatararam por análise da microestrutura das amostras que o método de secagem por liofilização formou pós com uma estrutura mais porosa do que os outros tipos de desidratações.

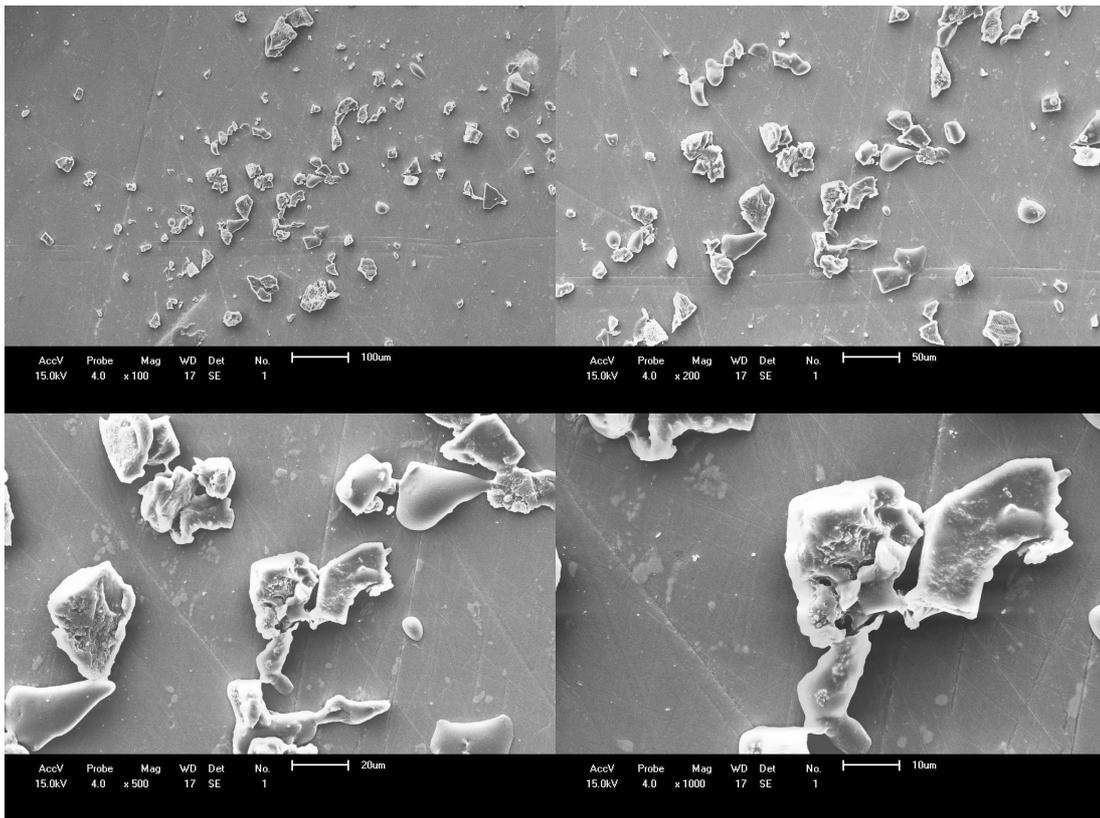
Pôde-se perceber a existência de depressões na superfície dos pós de umbu-cajá, algumas formando pequenos poros externos, fenômeno também relatado por Caparino et al. (2012) em pó de manga liofilizada. Deve-se considerar que a existência de estruturas irregulares, com poros, depressões e rachaduras na microestrutura da maioria dos pós liofilizados pode afetar a sua estabilidade durante o armazenamento (LAOKULDILOK & KANHA, 2015), sendo um fator crítico especialmente quando se deseja preservar componentes bioativos. Constatou-se que todos os pós estudados apresentaram estruturas amorfas. De acordo com Alves et al. (2008a), estas estruturas são caracterizadas por um

estado desordenado em que não há repetição de formas geométricas e presença de faces planas bem estabelecidas, sendo comuns em produtos liofilizados.

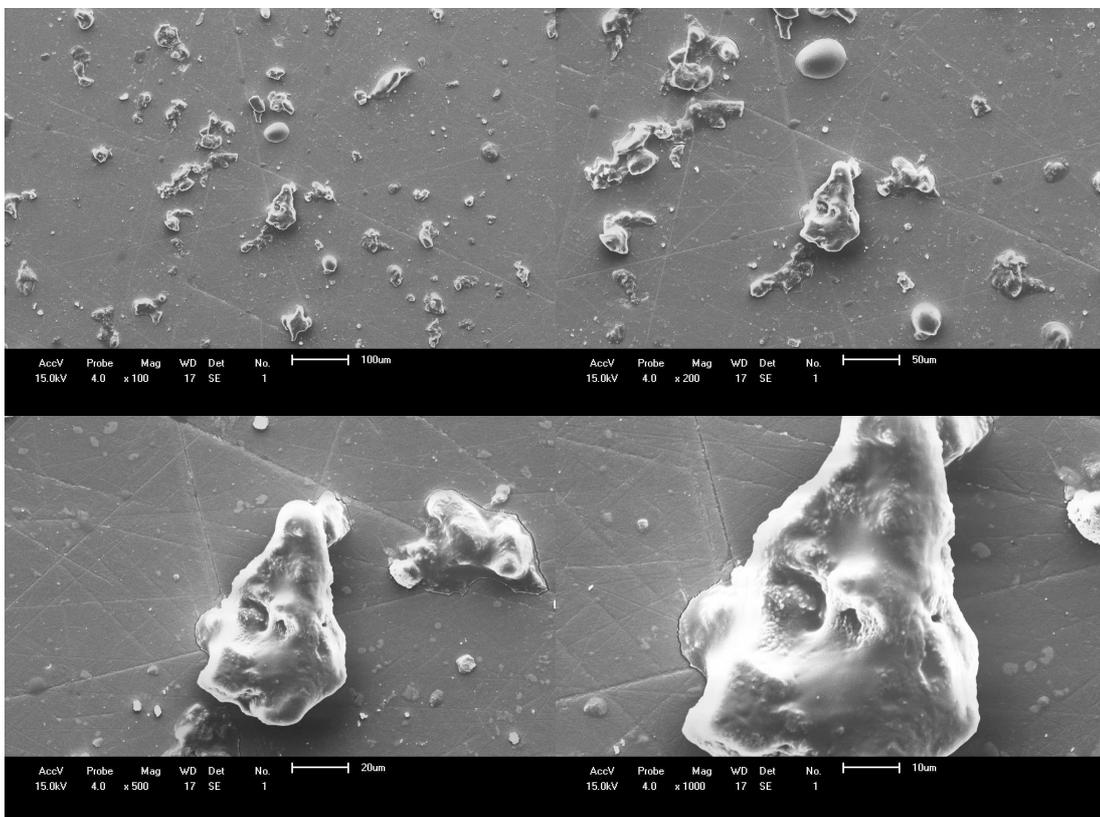
Os pós produzidos com goma arábica apresentaram-se maiores do que os produzidos com maltodextrina, com uma tendência de formação de aglomerados nas amostras adicionadas do primeiro aditivo, provavelmente por causa da maior higroscopicidade (Tabela 4.47) ou devido à maior viscosidade das polpas obtidas com polpas formuladas com goma arábica em comparação a maltodextrina. Sousa et al. (2015) reportaram em pó de atemóia produzido em secador por aspersão que as amostras coletadas da câmara de secagem e do ciclone formaram aglomerados, sendo morfologicamente semelhantes aos obtidos na polpa de umbu-cajá adicionado de goma arábica.



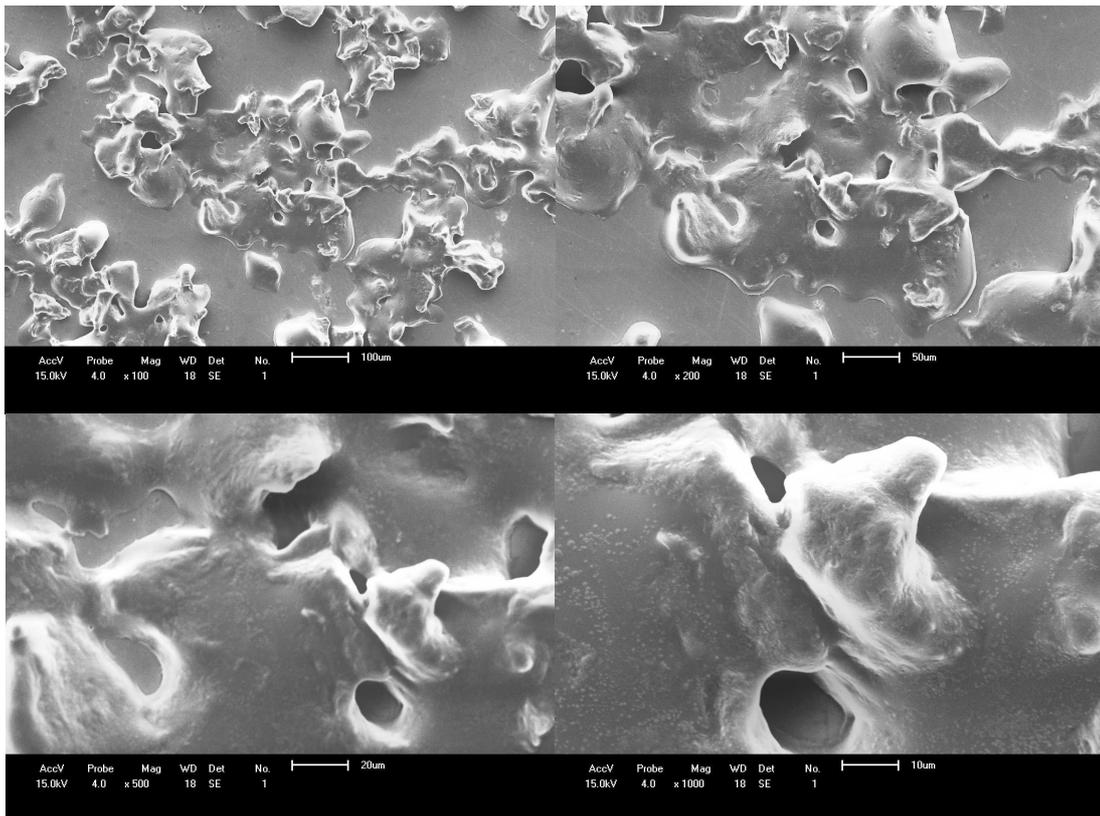
**Figura 4.1** - Imagens do pó de umbu-cajá obtido a partir da liofilização da polpa formulada com 10% de maltodextrina



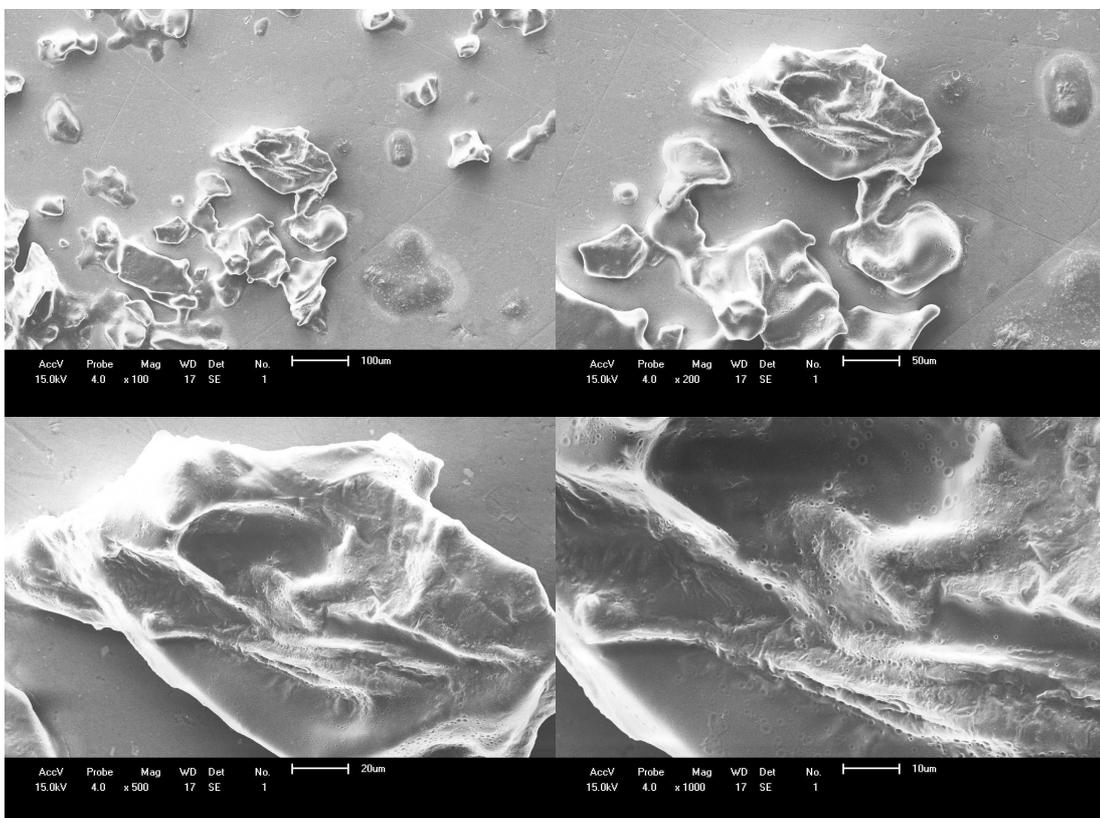
**Figura 4.2** - Imagens do pó de umbu-cajá obtido a partir da liofilização da polpa formulada com 20% de maltodextrina



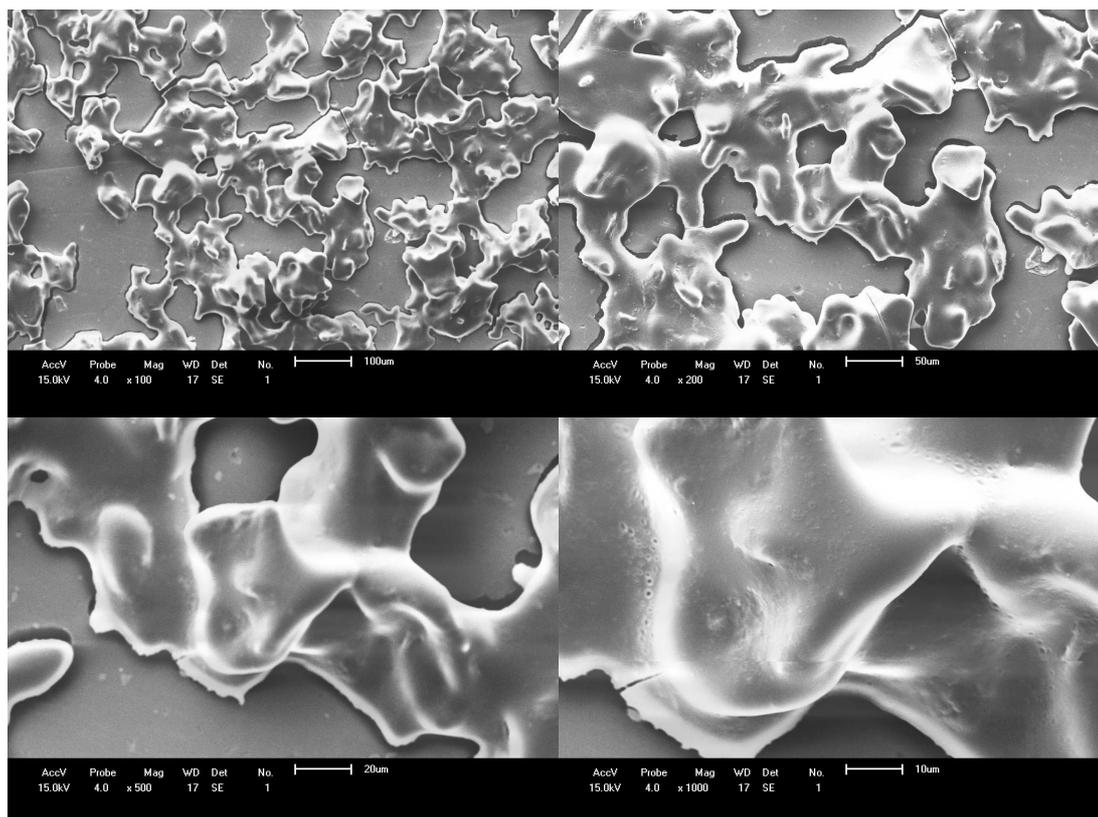
**Figura 4.3** - Imagens do pó de umbu-cajá obtido a partir da liofilização da polpa formulada com 30% de maltodextrina



**Figura 4.4** - Imagens do pó de umbu-cajá obtido a partir da liofilização da polpa formulada com 10% de goma arábica



**Figura 4.5** - Imagens do pó de umbu-cajá obtido a partir da liofilização da polpa formulada com 20% de goma arábica



**Figura 4.6** - Imagens do pó de umbu-cajá obtido a partir da liofilização da polpa formulada com 30% de goma arábica

#### 4.6 - Isotermas de adsorção de água

Têm-se nas Tabelas D.1 a D7, Apêndice D, os valores médios das atividades de água ( $a_w$ ) e dos teores de água de equilíbrio ( $X_{eq}$ ), na temperatura de 30 °C, das polpas de umbu-cajá em pó formuladas com 0% (padrão), 10, 20 e 30% de maltodextrina e goma arábica. Pôde-se perceber que, em qualquer amostra avaliada, houve aumento do  $X_{eq}$  com a elevação da  $a_w$ . Também foi constatado que para valores de  $a_w$  constantes, levando-se em consideração as diferentes formulações, o  $X_{eq}$  apresentou tendência de decréscimo com o aumento da concentração de aditivos, indicando que os produtos desidratados ficaram menos higroscópicos, ou seja, houve uma diminuição da capacidade de absorção de água pelos pós. De acordo com Catelam et al. (2011), a redução do  $X_{eq}$  reflete uma redução no número de sítios ativos capazes de ligar-se com a água, como grupos hidroxilas de carboidratos de cadeias curtas. Estes grupos foram ligados ou imobilizados pelos aditivos, o que justificaria a redução do  $X_{eq}$ . Essa observação está em conformidade com Oliveira et al. (2014b) que, ao estudarem o comportamento higroscópico da polpa de cajá liofilizada na temperatura de 25 °C, observaram que a adição de 17% de maltodextrina reduziu a

higroscopicidade do pó avaliado, quando comparado com a amostra sem adição de adjuvante de liofilização. De igual forma, Mosquera et al. (2012) evidenciaram, ao pesquisarem as isotermas de adsorção de água na temperatura de 20 °C de polpas de morango liofilizadas, que a adição de maltodextrina e goma arábica (kg de aditivo/kg de sólidos solúveis da polpa) reduziram a higroscopicidade das amostras.

Observou-se que, apesar do aumento da concentração dos aditivos utilizados ter reduzido a higroscopicidade dos pós de umbu-cajá, o  $X_{eq}$  final permaneceu elevado em todos os produtos, com valores variando de 97,74% b.s. na amostra padrão a 55,74% b.s. na amostra formulada com 30% de maltodextrina (Tabelas D.1 a D7 do Apêndice D), indicando a necessidade de uso de embalagem impermeável, especialmente quando as amostras são submetidas a armazenamento prolongado (ALEXANDRE et al., 2007) e em atmosfera com elevada umidade relativa, como em períodos chuvosos. Em relação a uma mesma concentração de aditivos, percebeu-se que, apesar de algumas diferenças, os pós formulados com maltodextrina e goma arábica revelaram comportamento higroscópico próximos, provavelmente devido à semelhança entre suas temperaturas de transição vítrea, em torno de 10 °C a diferença (COLLARES et al., 2002). No estudo de Mosquera et al. (2012) foi reportado comportamento higroscópico similar para as isotermas de adsorção de água a 20 °C de morango liofilizado formulado com maltodextrina e goma arábica, ainda que os dados de  $X_{eq}$  tenham sido ligeiramente superiores para a amostra com maltodextrina. Catelam et al. (2011) estudaram as isotermas de adsorção de água da polpa de maracujá desidratada em secagem por aspersão e liofilizador com uso de maltodextrina e goma arábica, e relataram que os pós produzidos com os diferentes aditivos apresentaram comportamento higroscópicos semelhante, mesmo com algumas diferenças em relação ao  $X_{eq}$  final, que foi mais elevado para o pó liofilizado contendo goma arábica.

Estão dispostos na Tabela 4.55 os parâmetros dos modelos matemáticos de BET, Henderson e Oswin ajustados aos dados experimentais das isotermas de adsorção de água na temperatura de 30 °C das polpas de umbu-cajá em pó formuladas com 0 (padrão), 10, 20 e 30% de maltodextrina e goma arábica, assim como os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e erros médios relativos (P). Verificou-se que todos os modelos matemáticos avaliados revelaram elevados valores de  $R^2$ , superiores a 0,90. Entretanto, para melhor interpretação dos resultados da modelagem matemática foi analisado também o P, visto que o uso do  $R^2$  como único critério de avaliação e seleção de modelos matemáticos não constitui um bom parâmetro para representação do fenômeno (MADAMBA et al., 1996). Dentre os modelos investigados, apenas os de GAB e Oswin revelaram valores de P baixos

em todas as amostras estudadas, enquanto que o modelo de Henderson apresentou dados de  $P$  inferiores a 10% apenas nas amostras padrão, M20 (pó formulado com 20% de maltodextrina) e G30 (amostra formulada com 30% de goma arábica). De acordo com Silva et al. (2005), um modelo é adequado para descrever o fenômeno em estudo quando obtiver um erro relativo abaixo de 10%. Logo, considerando-se os valores de  $P$ , observou-se que as equações de GAB e Oswin foram satisfatórias para representar as isotermas de adsorção de água dos pós de umbu-cajá na temperatura de 30 °C. Dentre estes, o modelo de GAB por ter apresentando os maiores valores de coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e menores erros médios relativos ( $P$ ), na maioria das amostras estudadas, foi selecionado como o melhor modelo na predição do fenômeno investigado.

**Tabela 4.55** - Parâmetros de ajuste dos modelos de GAB, Henderson e Oswin, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e desvios percentuais médios (P) das isotermas de adsorção de água na temperatura de 30 °C das polpas de umbu-cajá em pó formuladas com maltodextrina e goma arábica

Modelo matemático	Amostra	Parâmetros do modelo			$R^2$	P (%)
		Xm	C	K		
GAB	P	0,1331	15291,72	0,9518	0,9929	3,64
	M10	0,0988	21,4150	0,9698	0,9997	1,11
	M20	0,0783	13,1656	0,9601	0,9983	2,95
	M30	0,0683	16,5286	0,9476	0,9977	2,87
	G10	0,1106	18,692	0,9624	0,9975	2,67
	G20	0,0845	6,0918	0,9732	0,9889	7,81
	G30	0,0898	2,7044	0,9454	0,9968	3,45
Modelo matemático	Amostra	Parâmetros do modelo		$R^2$	P (%)	
		a	b			
Henderson	P	0,3671	1,0618	0,9711	8,96	
	M10	0,2542	1,2806	0,9746	11,93	
	M20	0,1959	1,2297	0,9789	8,49	
	M30	0,1703	1,1712	0,9704	12,93	
	G10	0,2803	1,2321	0,9675	12,11	
	G20	0,2077	1,3588	0,9695	11,00	
	G30	0,1801	1,3544	0,9884	9,47	
Modelo matemático	Amostra	Parâmetros		$R^2$	P (%)	
		a	b			
Oswin	P	0,2549	0,5830	0,9907	4,14	
	M10	0,1760	0,6673	0,9966	4,38	
	M20	0,1360	0,6476	0,9973	2,74	
	M30	0,1212	0,5984	0,9960	3,86	
	G10	0,1967	0,6435	0,9951	4,15	
	G20	0,1383	0,7111	0,9894	7,40	
	G30	0,1244	0,6855	0,9960	4,26	

P - Amostra padrão, isenta de aditivo; M10, M20 e M30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de maltodextrina; G10, G20 e G30 = Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de goma arábica.

Oliveira et al. (2011a) desidrataram fatias de sapoti em liofilizador de bancada na temperatura de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 24 h, desintegraram a amostra seca e estudaram o seu comportamento higroscópico na temperatura de  $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Estes autores ajustaram os modelos de GAB, BET, Henderson e Oswin aos dados experimentais e verificaram que os modelos de GAB e Oswin foram aqueles que melhor se ajustaram aos valores obtidos experimentalmente, com  $R^2$  de 0,99 e P de 18,01 e 18,10%, respectivamente, enquanto o modelo de BET apresentou P elevado para o pó de sapoti liofilizado, superior a 40%, apesar de valor de  $R^2$  de 0,97. Tonon et al. (2011) obtiveram polpa de açaí em pó por meio da secagem por atomização na temperatura de  $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ , utilizando como agentes carreadores os aditivos maltodextrina (DE 10 e 20) e goma arábica na concentração de 6% (m/m). Após processo de secagem, foram estudadas as isotermas de adsorção de água das amostras a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , com ajuste dos modelos matemáticos de BET, GAB, Halsey, Oswin, Henderson e Peleg aos valores experimentais. Foi reportado pelos autores que as equações de BET e GAB ajustaram-se adequadamente aos dados experimentais, apresentando valores de  $R^2$  superiores a 0,99 e os valores mais baixos de P ( $< 10\%$ ). Canuto et al. (2014) produziram polpa de mamão em pó por liofilização ( $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 24 h) a partir de polpas contendo 0, 5 e 15% de maltodextrina. Os autores estudaram as isotermas de adsorção de água dos pós na temperatura de  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  e, aos dados experimentais, ajustaram as equações matemáticas de GAB, BET, Henderson e Oswin. Dentre os modelos testados, o de GAB proporcionou o melhor ajuste para todas as formulações, com  $R^2$  superiores a 0,97 e P inferiores a 10%.

Percebeu-se que os valores do conteúdo de teor de água na monocamada molecular ( $X_m$ ) do modelo de GAB apresentaram-se relativamente próximos, apesar de tendência de redução dessa variável com o aumento da concentração de aditivos, comportamento de acordo com os resultados apresentados por Telis & Martínez-Navarrete (2009) ao pesquisarem as características higroscópicas de toranja liofilizada integral (sem adição) e formulada com maltodextrina (DE 4,0-7,07 e 16,6-19,5) e goma arábica (kg de aditivo/kg de sólidos solúveis do suco) na temperatura de  $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ , em que houve redução da  $X_m$  com a adição dos aditivos, todavia com o parâmetro determinado para o pó contendo goma arábica situando-se bem próximo ao da amostra em pó integral. Segundo Comunian et al. (2011), o  $X_m$  corresponde à quantidade de água fortemente adsorvida a sítios específicos na superfície dos alimentos e é considerado um valor crítico, acima do qual as taxas de algumas reações de degradação aumentam e a estabilidade da matriz alimentar diminui. Logo, considerando-se os dados deste trabalho, quanto menor a concentração de aditivos

adicionados à polpa de umbu-cajá para produção dos pós, maior seria a estabilidade das amostras do ponto de vista bioquímico, todavia deve-se levar em conta que outras características físicas e/ou químicas também podem afetar tal estabilidade, especialmente durante o armazenamento. Além disso, em longo prazo, os pós com maiores proporções de aditivos apresentam melhores características físicas, como maior capacidade de fluxo pela menor coesão das partículas, o que seria interessante do ponto de vista comercial.

Em outros estudos de isotermas de adsorção de água de pós alimentícios tem sido reportado diferenças em relação aos valores de  $X_m$  obtidos pelo modelo de GAB. Para se ter uma idéia, Molina Filho et al. (2011) estudaram as isotermas de adsorção de água nas temperaturas de 30, 50 e 70 °C de abóbora fresca e branqueada e evidenciaram que o parâmetro  $X_m$  reduziu com a elevação da temperatura, enquanto que nos estudos de Alexandre et al. (2007) e Santos et al. (2014b) foi reportado que a  $X_m$  não apresentou correlação com a temperatura de determinação das isotermas de adsorção de água das polpas de pitanga e goiaba em pó, respectivamente. Canuto et al. (2014) estudaram as características higroscópicas de polpas de mamão liofilizadas formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina (0, 5 e 15%) e relataram que a  $X_m$  teve ligeiro aumento com os acréscimos de aditivos, todavia permanecendo próximas, divergindo dos resultados deste trabalho. Assim, fica evidente que comportamentos distintos na  $X_m$  são frequentes quando se trabalha com produtos biológicos.

Constatou-se que o aumento da concentração de goma arábica promoveu decréscimo progressivo do parâmetro  $C$  do modelo de GAB, enquanto que para as amostras contendo maltodextrina, essa variável reduziu na amostra com 20% de maltodextrina em relação ao pó contendo 10% deste adjuvante, sendo detectada ligeira elevação de  $C$  na amostra com 30% de maltodextrina em relação a com de 20%. Isso significa que o aumento da proporção de aditivos diminui a energia envolvida na formação da monocamada (LAVOYER et al., 2013; PENA et al., 2010) na maioria dos tratamentos devido as forças de interação entre adsorvato-adsorvente (GABAS et al., 2007). Fenômeno semelhante foi relatado por Oliveira et al. (2014b) ao estudarem as isotermas de adsorção de água de polpas de cajá em pó com e sem adição de maltodextrina obtidas por liofilização, em que o  $C$  reduziu consideravelmente com a adição do aditivo de secagem. No estudo de Catelam et al. (2011) foi verificado nas isotermas de adsorção de água de polpas de maracujá liofilizadas formuladas com maltodextrina e goma arábica que o parâmetro  $C$  do modelo de GAB foi superior nas amostras adicionadas de maltodextrina, nas isotermas determinadas a 20 e 30 °C, estando em acordo com as observações deste trabalho. O

parâmetro  $C$  da amostra padrão, isenta de aditivo, apresentou-se acima da faixa normalmente encontrada na literatura, todavia corrobora com Alexandre et al. (2007) que evidenciaram valor de  $C$  para o modelo de GAB elevado ao estudarem a isoterma de adsorção de água a 20 °C de pó de pitanga, com dado superior a 20000, estando inclusive mais elevado do que o registrado para o pó de umbu-cajá padrão, o que pode estar relacionado ao método de regressão aplicado (MAROULIS et al., 1988).

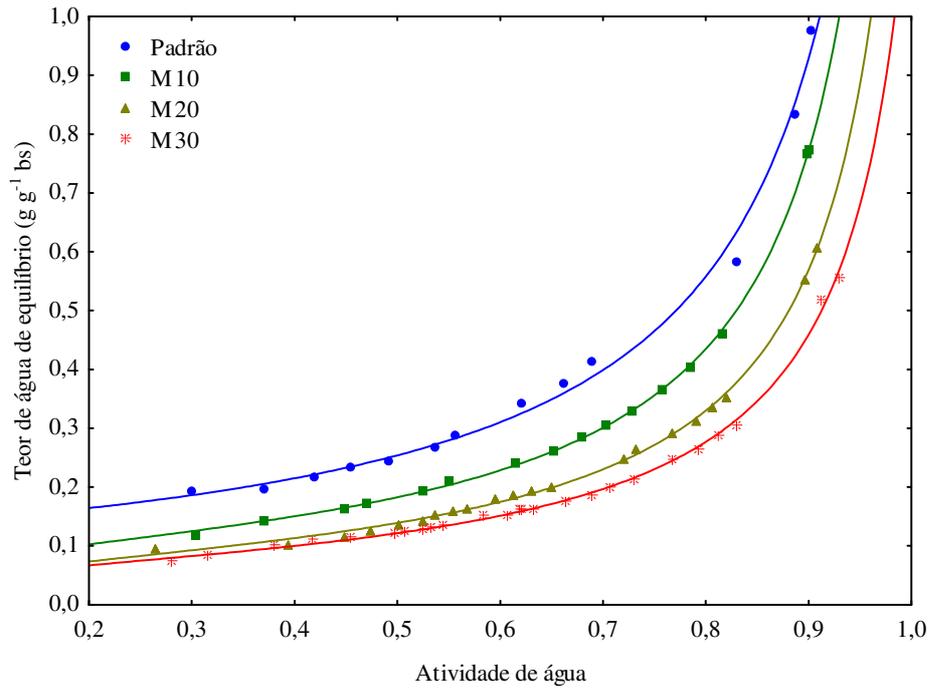
Em relação ao parâmetro  $K$  da equação de GAB, foi verificado que todos os pós avaliados apresentaram valores inferiores a 1,0, com variação de 0,9454 a 0,9732, estando em acordo com o observado em pós obtidos de frutas diversas (SANTOS et al., 2014b; CANUTO et al., 2014; MOREIRA et al., 2013). De acordo com Goula et al. (2008), os valores de  $K$  devem ser menores do que 1,0, uma vez que valores superiores são fisicamente inadequados indicando uma sorção infinita (TIMMERMANN, 2003). Foi verificado que o aumento da concentração de goma arábica até nível de adição de 20% resultou em tendência de elevação dos valores de  $K$ , seguido de queda na proporção de 30% de aditivo. Isso sugere que os níveis de adição de até 20% de adjuvante promove maior força de interação entre adsorvato-adsorvente (TIMMERMANN, 2003). Canuto et al. (2014) estudaram o comportamento higroscópico na temperatura de 25 °C de pós de mamão com e sem adição de maltodextrina (0, 5 e 15%) e constataram que o parâmetro  $K$  do modelo de GAB apresentou redução com o aumento da concentração de aditivo, com menor força de interação entre adsorvato-adsorvente na amostra adicionada de maior nível de aditivo. De igual forma, os pós de umbu-cajá adicionados da maior proporção de maltodextrina e goma arábica revelaram os menos dados de  $K$ , implicado em menores forças de interação entre adsorvato-adsorvente.

Quanto aos modelos de Henderson e Oswin, foi verificado que os parâmetros das equações matemáticas encontraram-se de acordo com Blahovec (2004) que afirmaram que o modelo de Henderson deve apresentar  $a > 0,0$  e  $b \geq 1,0$  e o modelo de Oswin deve possuir  $a > 0,0$  e  $1,0 \geq b > 0,0$  para representar de forma satisfatória as isotermas de adsorção de água de alimentos. Os parâmetros inclusos na faixa reportada pelo autor sugere, de acordo com Alcântara et al. (2009), que não há ponto de inflexão na curva e, sendo assim, não há mudanças na concavidade das funções. Logo, esses parâmetros possuem consistência matemática e física (ALCÂNTARA et al., 2009). Valores dentre dessas faixas para os modelos de Henderson e Oswin foram reportados por Oliveira et al. (2014b) ao estudarem as isotermas de adsorção de pó de umbu-cajá liofilizado a 25 °C, por Moreira et al. (2013) ao investigarem as isotermas de adsorção de água nas temperaturas

de 25, 30 e 35 °C do pó de manga liofilizado e Santos et al. (2014b) ao investigarem as isotermas de adsorção nas temperaturas de 25, 30, 35 e 40 °C do pó de polpa de goiaba secado por atomização.

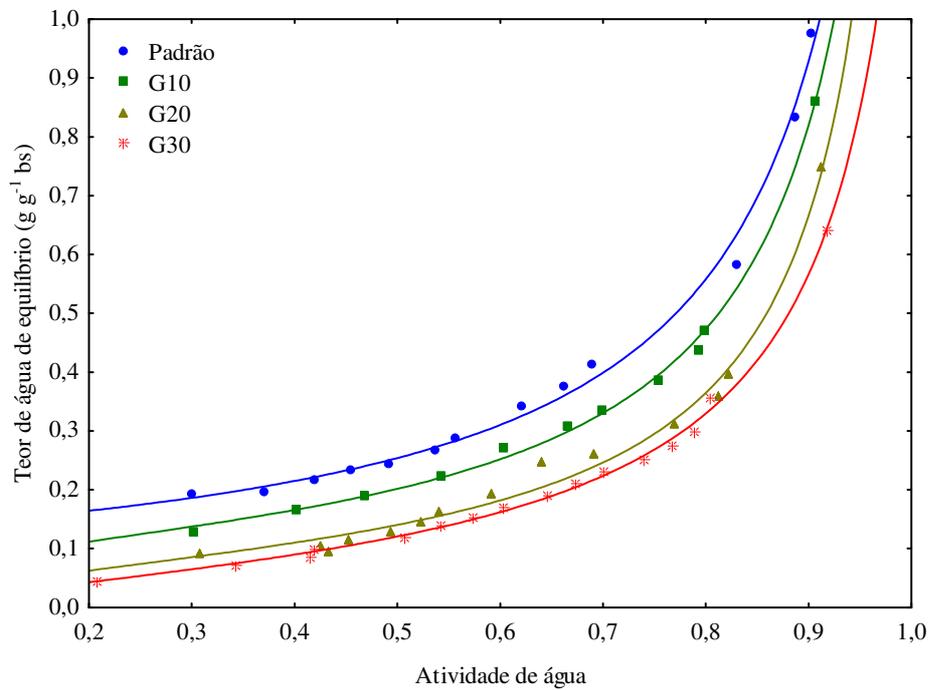
As isotermas de adsorção de água das polpas de umbu-cajá em pó obtidas por liofilização apresentaram comportamento típico de isotermas do tipo III (Figuras 4.7 e 4.8), de acordo com a classificação proposta por Brunauer et al. (1940), sendo característico de alimentos ricos em açúcares (LAVOYER et al., 2013) e que apresentam pouca adsorção por capilaridade (CAMPOS et al., 2009). Esse tipo de classificação é comumente reportado em diversos produtos agrícolas, como polpa de maracujá atomizada (CATELAM et al., 2011), frutos da palmeira bocaiúva em pó (*Acrocomia aculeata*) produzida em estufa com circulação forçada de ar (OLIVEIRA et al., 2014c), goiaba desidratada em secador por aspersão (SANTOS et al., 2014b), polpa de cajá liofilizada (OLIVEIRA et al., 2014b), polpa de mamão obtida por liofilização (CANUTO et al., 2014), polpa de manga liofilizada (MOREIRA et al., 2013), dentre outros. De acordo com as Figuras 4.7 e 4.8, os dados apresentaram um aumento lento no  $X_{eq}$  na faixa de  $a_w$  baixa, seguido de um aumento acentuado em valores de  $a_w$  superiores a 0,6, devido ao efeito predominante de interações soluto-solvente associadas à dissolução do açúcar da amostra (MOSQUERA et al., 2012). Isso favoreceu a obtenção de uma região mais aplainada no início da determinação das isotermas, em que grandes oscilações de  $a_w$  representaram pouca variação no  $X_{eq}$ . A partir do valor de  $a_w$  próximo a 0,6, houve inversão deste comportamento em que qualquer pequeno aumento da  $a_w$  representou um considerável ganho de água pelo umbu-cajá em pó (OLIVEIRA et al., 2014b). Comportamento similar foi relatado por Varghese et al. (2014) na mistura de polpa de uva e soro de leite liofilizada, Oliveira et al. (2014c) em frutos da palmeira bocaiúva desidratados em estufa com circulação forçada de ar e Oliveira et al. (2011a) em sapoti obtido por liofilização.

Estão apresentadas nas Figuras D.1 a D.4 do Apêndice D, as curvas de ajuste dos modelos matemáticos de BET e Henderson aos dados experimentais das isotermas de adsorção de água na temperatura de 30 °C das polpas de umbu-cajá em pó padrão e formuladas com maltodextrina e goma arábica.



**Figura 4.7** - Isotermas de adsorção de água na temperatura de 30 °C das polpas de umbu-  
cajá em pó padrão e formuladas com maltodextrina, com ajustes pelo modelo de GAB

Obs: Padrão - Amostra isenta de aditivo; M10, M20 e M30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de maltodextrina.



**Figura 4.8** - Isotermas de adsorção de água na temperatura de 30 °C das polpas de umbu-  
cajá em pó padrão e formuladas com goma arábica, com ajustes pelo modelo de GAB

Obs: Padrão - Amostra isenta de aditivo; G10, G20 e G30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de goma arábica.

#### 4.7 - Armazenamento da polpa de umbu-cajá em pó

Nas Tabelas E.1 a E.14, Apêndice E, estão apresentadas as análises de variância dos parâmetros físicos, química e físico-química das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento de 180 dias em condições ambientais. Verificou-se que todas as variáveis analisadas revelaram efeito significativo 1% de probabilidade pelo teste F, para ambos os fatores (tempo de armazenamento e concentração de aditivo) e para a sua interação, indicando que o tempo de armazenamento foi capaz de promover alterações significativas nas características físicas, químicas e físico-químicas das polpas de umbu-cajá em pó estocadas em condições ambientais, apresentando diferenças significativas também entre as diferentes amostras em pó, conforme se variava os níveis de maltodextrina e de goma arábica.

A Tabela 4.56 dispõe os valores médios dos teores de água das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais. Foi verificado que o teor de água apresentou tendência de aumento com o decorrer do tempo de armazenamento, indicando que a embalagem utilizada favoreceu a difusão de água do ambiente para os pós de umbu-cajá. A absorção de água pelas amostras também pode ter sido favorecida pelas condições ambientais (HYMAVATHI & KHADER, 2005), que apresentaram temperatura e umidade relativa do ar relativamente elevadas, correspondendo a 26,42 °C e 80,8%, respectivamente. Ao final do armazenamento, observou-se que a medida que as concentrações de aditivos aumentavam nos pós de umbu-cajá, menores foram os teores de água registrados. De acordo com Oliveira et al. (2013), quando estocados em uma mesma condição de armazenamento, alimentos contendo menores teores de água inicial apresentam maior gradiente de concentração de água do ambiente para o produto, o que ocasiona maiores taxas de transferência de massa, de modo a equilibrar os teores de água entre os produtos. Todavia este fenômeno não foi observado nas amostras deste trabalho, em que o pó padrão (P) revelou maior índice de ganho de água (~68%), devido à característica mais higroscópica dessa amostra, enquanto que as amostras contendo aditivos apresentaram aumentos no conteúdo de água inferiores a 40%.

**Tabela 4.56** - Resultados médios dos teores de água (%) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais

Amostra	Armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
<b>P</b>	17,24 <sup>aG</sup>	20,92 <sup>aE</sup>	22,09 <sup>aD</sup>	20,44 <sup>aF</sup>	24,64 <sup>aC</sup>	27,51 <sup>aB</sup>	29,01 <sup>aA</sup>
<b>M10</b>	11,99 <sup>bD</sup>	13,06 <sup>bC</sup>	13,04 <sup>bC</sup>	13,78 <sup>bB</sup>	13,59 <sup>cB</sup>	13,82 <sup>bB</sup>	14,14 <sup>bA</sup>
<b>M20</b>	7,61 <sup>eE</sup>	8,69 <sup>eD</sup>	8,97 <sup>dBC</sup>	8,92 <sup>eCD</sup>	9,13 <sup>eBC</sup>	9,20 <sup>dB</sup>	9,82 <sup>dA</sup>
<b>M30</b>	5,34 <sup>gD</sup>	6,49 <sup>fC</sup>	6,87 <sup>eB</sup>	6,88 <sup>fB</sup>	6,68 <sup>gBC</sup>	6,93 <sup>eB</sup>	7,21 <sup>fA</sup>
<b>G10</b>	10,11 <sup>cF</sup>	11,18 <sup>cE</sup>	11,88 <sup>cD</sup>	13,24 <sup>cC</sup>	13,99 <sup>bAB</sup>	13,73 <sup>bB</sup>	14,02 <sup>bA</sup>
<b>G20</b>	8,78 <sup>dD</sup>	9,10 <sup>dC</sup>	8,94 <sup>dCD</sup>	10,03 <sup>dB</sup>	10,10 <sup>dB</sup>	9,99 <sup>cB</sup>	10,40 <sup>cA</sup>
<b>G30</b>	5,93 <sup>fF</sup>	6,56 <sup>fD</sup>	6,21 <sup>fE</sup>	6,89 <sup>fC</sup>	7,32 <sup>fB</sup>	7,06 <sup>eBC</sup>	7,83 <sup>eA</sup>

P - Amostra padrão, isenta de aditivo; M10, M20 e M30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de maltodextrina; G10, G20 e G30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de goma arábica; Diferença mínima significativa para linha = 0,2765; Diferença mínima significativa para coluna = 0,2765; Média geral = 11,58%; Coeficiente de variação (%) = 0,97; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Resultados semelhantes também foram evidenciados por outros autores ao estudarem o armazenamento de frutas em pó. Juliano et al. (2014) produziram polpa de camu-camu em pó por liofilização, acondicionaram o produto em três diferentes tipos de embalagens (polietileno, nylon e polietileno revestido com camada de alumínio), estocaram em câmara BOD a 25 °C durante 150 dias e relataram aumentos significativos nos teores de água em todas as amostras, em qualquer embalagem avaliada, estando em acordo com as observações deste trabalho. Henríquez et al. (2013) obtiveram cascas de maçã em pó pelo método de secagem em tambor rotativo (*drum drier*) realizado em pressão atmosférica a 110 °C durante 503 s (em 0,10 rpm). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polietileno de alta densidade e filmes metalizados de alta barreira e estocadas nas temperaturas de 4, 10 e 25 °C por 120 dias de armazenamento. Os autores observaram aumentos significativos dos teores de água com o tempo de estocagem, estando coerentes com o comportamento verificado para os pós de umbu-cajá.

Ao longo do armazenamento dos pós de umbu-cajá, observou-se que as amostras padrão (P) e adicionadas de 10% de maltodextrina e goma arábica (M10 e G10) tiveram tendência de aglomeração, o que pode estar relacionado ao estado amorfo desses pós. Tattini Júnior et al. (2006) afirmaram que o mecanismo da liofilização (congelamento seguido de secagem por sublimação) induz à obtenção de produtos que em sua maioria estão no estado amorfo. Logo, as amostras citadas por não apresentarem aditivos, ou por

terem em nível mais baixo, provavelmente revelaram maior pré-disposição à formação de estruturas amorfas, o que favoreceu a aglomeração das partículas. De acordo com Endo et al. (2007), em pós contendo açúcares, um dos fatores mais críticos é a absorção de água, que promove a formação de aglomerados, a dissolução de açúcares amorfos que, com o tempo de armazenamento, perdem água, formando pontes sólidas e aglomerados rígidos, dificultando a reconstituição e as condições de escoamento do produto, além de acelerar outras reações deteriorativas que depreciam a sua qualidade. Esse fenômeno pode justificar flutuações nos teores de água dos pós de umbu-cajá durante o período de estocagem.

Na Tabela 4.57 estão disponíveis os valores médios dos sólidos totais das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais. Esta variável mostrou-se inversamente relacionada aos teores de água, reduzindo significativamente à medida que o conteúdo aquoso aumentava nos pós de umbu-cajá. Esses resultados indicam que, com o decorrer do armazenamento, os pós avaliados tiveram depreciações nas características nutricionais, visto que proteínas, carboidratos e minerais são diluídos com incrementos de água. Ao final do período de estocagem, as amostras M30 e G30, formuladas com polpas contendo 30% de maltodextrina e goma arábica, apresentaram conteúdos de sólidos superiores a 90%, em virtude dos menores teores de água inicial e das taxas de absorção de água ao longo do armazenamento, enquanto que o produto padrão (P) revelou quase 71% de sólidos totais. Todavia, deve-se considerar que esta amostra, por não ter sido adicionada de aditivos, possui muitos atributos físicos, químicos e nutricionais em maior proporção em relação aos pós com adições, e mesmo tendo apresentado menor valor de sólidos totais pode conter superioridade de alguns parâmetros em comparação às polpas em pó com adições, tanto químicos quanto nutricionais.

**Tabela 4.57** - Resultados médios dos sólidos totais (%) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais

Amostra	Armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
<b>P</b>	82,76 <sup>gA</sup>	79,08 <sup>fC</sup>	77,91 <sup>fD</sup>	79,56 <sup>fB</sup>	75,36 <sup>gE</sup>	72,49 <sup>eF</sup>	70,99 <sup>fG</sup>
<b>M10</b>	88,01 <sup>fA</sup>	86,94 <sup>eB</sup>	86,96 <sup>eB</sup>	86,22 <sup>eC</sup>	86,41 <sup>eC</sup>	86,18 <sup>dC</sup>	85,86 <sup>eD</sup>
<b>M20</b>	92,39 <sup>cA</sup>	91,31 <sup>bB</sup>	91,03 <sup>cCD</sup>	91,08 <sup>bBC</sup>	90,87 <sup>cCD</sup>	90,80 <sup>bD</sup>	90,18 <sup>cE</sup>
<b>M30</b>	94,66 <sup>aA</sup>	93,51 <sup>aB</sup>	93,13 <sup>bC</sup>	93,12 <sup>aC</sup>	93,32 <sup>aBC</sup>	93,07 <sup>aC</sup>	92,79 <sup>aD</sup>
<b>G10</b>	89,89 <sup>eA</sup>	88,82 <sup>dB</sup>	88,12 <sup>dC</sup>	86,76 <sup>dD</sup>	86,01 <sup>fEF</sup>	86,27 <sup>dE</sup>	85,98 <sup>eF</sup>
<b>G20</b>	91,22 <sup>dA</sup>	90,90 <sup>cB</sup>	91,06 <sup>cAB</sup>	89,97 <sup>cC</sup>	89,90 <sup>dC</sup>	90,01 <sup>cC</sup>	89,60 <sup>dD</sup>
<b>G30</b>	94,07 <sup>bA</sup>	93,44 <sup>aC</sup>	93,79 <sup>aB</sup>	93,11 <sup>aD</sup>	92,68 <sup>bE</sup>	92,94 <sup>aDE</sup>	92,17 <sup>bF</sup>

P - Amostra padrão, isenta de aditivo; M10, M20 e M30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de maltodextrina; G10, G20 e G30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de goma arábica; Diferença mínima significativa para linha = 0,2766; Diferença mínima significativa para coluna = 0,2766; Média geral = 88,42%; Coeficiente de variação (%) = 0,13; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Observações semelhantes foram reportadas por Alexandre et al. (2014). Estes autores desidrataram polpa de pitanga pelo processo de secagem em camada de espuma. A polpa foi formulada com 7,5% do emulsificante Emustab<sup>®</sup> e 4,5% do espessante Super Liga Neutra<sup>®</sup>, batida até densidade de 0,5 g/cm<sup>3</sup> e desidratada, em espessura de 0,5 cm, em estufa com circulação forçada de ar na temperatura de 70 °C. A amostra seca foi desintegrada em processador doméstico para obtenção de pó que foi acondicionado em embalagem flexível multifoliada (PET/PP) e armazenado em condições ambientais por 60 dias. Foi observado no estudo destes pesquisadores que os valores de sólidos totais reduziram significativamente, devido à incorporação de água pela amostra ao longo da estocagem. De igual forma, Oliveira et al. (2013) produziram polpa de morango da cultivar *Oso Grande* em pó pelo processo de secagem por aspersão utilizando como agentes carreadores maltodextrinas DE 5 e 10 DE, goma arábica e o amido modificado formulado na proporção de 1:2 (sólidos da polpa de morango: agente carreador). As polpas formuladas foram desidratadas em temperatura de 180 °C e os pós produzidos estocados em embalagens flexíveis de alumínio revestidas com polietileno em dessecadores contendo sílica gel em condições ambientais durante 90 dias. Os autores constataram decréscimos significativos dos sólidos totais ao final do armazenamento, estando em conformidade com os resultados encontrados nos pós de umbu-cajá.

Os valores médios de atividade de água ( $a_w$ ) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais estão apresentados na Tabela 4.58. Observou-se que os valores de  $a_w$  aumentaram com o decorrer da estocagem, relacionado à absorção de água pelos pós em igual período (Tabela 4.56). Incrementos de  $a_w$  em pós estocados é decorrente da transferência de vapor d'água através da embalagem ou por falhas na região da termoselagem (ALVES et al., 2008b). A elevação da  $a_w$  registrada biodisponibiliza solvente aquoso em estado livre capaz de ser utilizado em reações químicas ou no desenvolvimento de micro-organismos. Ao final do armazenamento houve diferença estatística entre todas as amostras, com valores de  $a_w$  inferiores a 0,60 em qualquer pó avaliado, o que segundo Franco & Landgraf (2003) não afetaria a estabilidade microbiológica dos pós. Logo, a elevação da  $a_w$  das polpas de umbu-cajá em pó ao longo do armazenamento é importante, especialmente, do ponto de vista bioquímico. De acordo com Gabriel et al. (2008), a  $a_w$  descreve o estado de energia da água, e, portanto, a sua disponibilidade para atuar como solvente em reações químicas ou bioquímicas, desempenhando um importante papel no tempo de vida útil de alimentos.

**Tabela 4.58** - Resultados médios da atividade de água das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais

Amostra	Armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
<b>P</b>	0,294 <sup>aG</sup>	0,326 <sup>aF</sup>	0,383 <sup>aE</sup>	0,394 <sup>aD</sup>	0,440 <sup>aC</sup>	0,448 <sup>aB</sup>	0,500 <sup>aA</sup>
<b>M10</b>	0,275 <sup>bG</sup>	0,311 <sup>bF</sup>	0,339 <sup>bE</sup>	0,359 <sup>bD</sup>	0,372 <sup>bC</sup>	0,416 <sup>bB</sup>	0,442 <sup>bA</sup>
<b>M20</b>	0,178 <sup>dG</sup>	0,235 <sup>dF</sup>	0,293 <sup>dD</sup>	0,281 <sup>eE</sup>	0,340 <sup>eC</sup>	0,402 <sup>cB</sup>	0,416 <sup>cA</sup>
<b>M30</b>	0,088 <sup>gG</sup>	0,160 <sup>fF</sup>	0,199 <sup>gE</sup>	0,272 <sup>fD</sup>	0,285 <sup>gC</sup>	0,319 <sup>fB</sup>	0,336 <sup>fA</sup>
<b>G10</b>	0,232 <sup>cF</sup>	0,287 <sup>cE</sup>	0,305 <sup>cD</sup>	0,320 <sup>cC</sup>	0,362 <sup>cB</sup>	0,357 <sup>eB</sup>	0,397 <sup>dA</sup>
<b>G20</b>	0,163 <sup>eF</sup>	0,285 <sup>cE</sup>	0,282 <sup>eE</sup>	0,299 <sup>dD</sup>	0,346 <sup>dC</sup>	0,380 <sup>dB</sup>	0,391 <sup>eA</sup>
<b>G30</b>	0,107 <sup>fG</sup>	0,175 <sup>eF</sup>	0,228 <sup>fE</sup>	0,279 <sup>eD</sup>	0,316 <sup>fB</sup>	0,304 <sup>gC</sup>	0,328 <sup>gA</sup>

P - Amostra padrão, isenta de aditivo; M10, M20 e M30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de maltodextrina; G10, G20 e G30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de goma arábica; Diferença mínima significativa para linha = 0,0054; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0054; Média geral = 0,311; Coeficiente de variação (%) = 0,71; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Oliveira et al. (2015b) elaboraram duas formulações de polpa de mandacaru com 10% de maltodextrina e diferentes dextroses equivalentes (DE), 10 e 14 e desidrataram em secador por aspersão com temperatura do ar de 170 °C. As amostras em pó, coletadas na

câmara secagem foram colocadas em embalagens laminadas flexíveis, acondicionadas em recipientes herméticos de vidro contendo solução saturada de brometo de sódio (NaBr) propiciadora de umidade relativa média de 57,7% a 25 °C e estocadas em câmaras do tipo BOD a 25 °C por 50 dias de armazenamento. Os autores constataram que, para qualquer amostra avaliada, houve aumento significativo dos valores de  $a_w$  com o decorrer do armazenamento. No estudo de Costa et al. (2013) foi produzido maracujá amarelo em pó, proveniente de cultivo orgânico, em secador por aspersão utilizando-se maltodextrina como agente carreador e temperatura de secagem de 190-195 °C. O pó obtido foi peneirado em peneiras vibratórias de 40 mesh, acondicionado em sacos plásticos e armazenados em embalagens de metal em temperatura controlada de 25 °C por 360 dias. O tempo de armazenamento ocasionou incrementos significativos na  $a_w$  do pó de maracujá, relacionado com a elevação do teor de água, todavia permanecendo em faixa segura, já que  $a_w$  baixa impossibilita o crescimento de micro-organismos. Em ambos os estudos o comportamento foi o mesmo registrado para as polpas de umbu-cajá em pó, corroborando com os dados desta pesquisa.

Têm-se na Tabela 4.59 os valores médios dos sólidos solúveis totais (SST) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais. Os SST reduziram durante a estocagem das polpas de umbu-cajá em pó, atingindo ao final do período de armazenagem valores estatisticamente diferentes dos SST iniciais, em qualquer amostra investigada. Essas reduções podem ser devido ao aumento do teor de água durante o armazenamento, alterando a proporção de sólidos na massa total (LOUREIRO et al., 2013), especialmente pela diluição de ácidos orgânicos e açúcares solúveis, além de reações de oxidação de componentes em solução, como ácido ascórbico, ácidos orgânicos e reações de escurecimento não enzimático que culminam na redução de açúcares redutores. Apesar desses decréscimos, constatou-se que todas as amostras em pó revelaram SST elevados ao término do armazenamento, com valores superiores a 70 °Brix, sendo, no entanto, inferiores ao teor encontrado por Costa et al. (2013) em pó da polpa de maracujá amarelo em pó obtido por atomização e acondicionado em sacos plásticos e armazenados em embalagens de metal por 360 dias em temperatura de 25 °C. Ao final do armazenamento, o valor de SST encontrado pelos autores foi de 88,19 °Brix.

**Tabela 4.59** - Resultados médios dos sólidos solúveis totais (°Brix) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais

Amostra	Armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
<b>P</b>	78,00 <sup>fA</sup>	78,17 <sup>dA</sup>	76,33 <sup>fB</sup>	74,20 <sup>fC</sup>	70,45 <sup>eE</sup>	72,27 <sup>dD</sup>	69,83 <sup>eE</sup>
<b>M10</b>	80,00 <sup>eB</sup>	80,83 <sup>cA</sup>	77,50 <sup>eC</sup>	75,33 <sup>eD</sup>	72,00 <sup>dF</sup>	74,25 <sup>cE</sup>	74,08 <sup>dE</sup>
<b>M20</b>	81,67 <sup>dA</sup>	81,33 <sup>cA</sup>	80,33 <sup>cdB</sup>	76,42 <sup>dD</sup>	78,67 <sup>bC</sup>	74,25 <sup>cE</sup>	74,25 <sup>dE</sup>
<b>M30</b>	83,33 <sup>bA</sup>	82,33 <sup>bB</sup>	81,00 <sup>cC</sup>	78,17 <sup>cE</sup>	79,08 <sup>bD</sup>	76,67 <sup>bF</sup>	76,50 <sup>bcF</sup>
<b>G10</b>	80,33 <sup>eAB</sup>	80,70 <sup>cA</sup>	79,83 <sup>dB</sup>	78,25 <sup>cC</sup>	76,83 <sup>cD</sup>	78,25 <sup>aC</sup>	77,17 <sup>bD</sup>
<b>G20</b>	82,50 <sup>cA</sup>	82,83 <sup>bA</sup>	82,17 <sup>bA</sup>	80,83 <sup>bB</sup>	76,58 <sup>cD</sup>	77,83 <sup>aC</sup>	76,00 <sup>cD</sup>
<b>G30</b>	85,00 <sup>aA</sup>	85,17 <sup>aA</sup>	84,60 <sup>aA</sup>	83,25 <sup>aB</sup>	80,67 <sup>aC</sup>	76,50 <sup>bE</sup>	79,50 <sup>aD</sup>

P - Amostra padrão, isenta de aditivo; M10, M20 e M30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de maltodextrina; G10, G20 e G30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de goma arábica; Diferença mínima significativa para linha = 0,7830; Diferença mínima significativa para coluna = 0,7830; Média geral = 78,41 °Brix; Coeficiente de variação (%) = 0,41; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Em estudo similar, Loureiro et al. (2013) constataram decréscimos dos valores de SST de amostras de buriti em pó durante a estocagem. Os autores citados realizaram a secagem da polpa em estufa com circulação forçada de ar nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, em uma camada de ~4 mm de espessura, sendo as amostras secas trituradas em moinho de facas para obtenção dos pós que foram acondicionados em embalagens laminada e de polietileno de baixa densidade e armazenados em condições ambientais (temperatura de 26 °C e umidade relativa de 78%) por 90 dias. Ao longo do armazenamento foi reportado que as amostras secas a 50 e 70 °C, nas duas embalagens utilizadas, apresentaram redução significativa dos SST entre o início e o final do armazenamento. As amostras secas a 60 °C também demonstraram tendência de redução, com decréscimos estatísticos até os 75 dias de estocagem. Silva et al. (2005) armazenaram em diferentes embalagens (polietileno de baixa densidade e laminada) a polpa de umbu-cajá em pó, obtida pelo método de secagem por camada de espuma em estufa a 70 °C, por um período de 60 dias em condições ambientais e também constataram que os SST decresceram significativamente com o decorrer da estocagem, entretanto com redução mais expressiva na amostra estocada em embalagem de polietileno.

Estão apresentados na Tabela 4.60 os valores médios da acidez total titulável (ATT) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições

ambientais. Verificou-se que a ATT reduziu significativamente em todas as amostras com o decorrer da estocagem, podendo estar relacionado à diluição dos ácidos orgânicos promovida pela absorção de água pelos pós ao longo do armazenamento (Tabela 4.56) ou a oxidação desses compostos. Constataram-se decréscimos de ATT mais acentuados no pó padrão, seguidos das amostras M10 e G10, sugerindo que a adição dos adjuvantes promoveu maior proteção contra a oxidação de compostos orgânicos (FERRARI et al., 2012b). Para uma mesma concentração de adjuvante, notou-se que o pó formulado com goma arábica apresentou as menores reduções percentuais da ATT, o que indica que esse aditivo apresenta melhor proteção contra a oxidação de ácidos orgânicos. Ao final do armazenamento, os pós de umbu-cajá relevaram ATT compreendida entre 2,81% a 10,29%, sendo superiores aos registrados em outras frutas em pó ao final do período de estocagem, tais como em polpa de buriti em pó (0,89-0,94%) estocada por 90 dias (LOUREIRO et al., 2013), polpa de pitanga em pó (1,14%) armazenada por 60 dias (ALEXANDRE et al., 2014) e pó de camu-camu (2,32-2,69%) estocada por 150 dias (JULIANO et al., 2014). Essas variações devem-se, principalmente, às características dos materiais vegetais, que no caso do umbu-cajá é uma fruta de sabor ácido intenso (SANTOS et al., 2010a).

**Tabela 4.60** - Resultados médios da acidez total titulável em ácido cítrico (%) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais

Amostra	Armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
<b>P</b>	13,82 <sup>aA</sup>	12,78 <sup>aB</sup>	12,05 <sup>aC</sup>	11,57 <sup>aD</sup>	11,35 <sup>aE</sup>	11,05 <sup>aF</sup>	10,29 <sup>aG</sup>
<b>M10</b>	7,25 <sup>cA</sup>	6,64 <sup>cB</sup>	6,44 <sup>cC</sup>	6,14 <sup>cD</sup>	6,01 <sup>cE</sup>	5,84 <sup>cF</sup>	5,78 <sup>cF</sup>
<b>M20</b>	4,85 <sup>eA</sup>	4,71 <sup>eB</sup>	4,47 <sup>eC</sup>	4,46 <sup>eC</sup>	4,27 <sup>eD</sup>	4,04 <sup>eE</sup>	4,00 <sup>eE</sup>
<b>M30</b>	3,32 <sup>gA</sup>	3,27 <sup>gA</sup>	3,11 <sup>gB</sup>	3,07 <sup>gBC</sup>	2,98 <sup>gCD</sup>	2,93 <sup>gD</sup>	2,81 <sup>gE</sup>
<b>G10</b>	7,62 <sup>bA</sup>	7,32 <sup>bB</sup>	7,17 <sup>bC</sup>	6,91 <sup>bD</sup>	6,52 <sup>bE</sup>	6,44 <sup>bE</sup>	6,33 <sup>bF</sup>
<b>G20</b>	5,14 <sup>dA</sup>	5,01 <sup>dB</sup>	4,94 <sup>dB</sup>	4,80 <sup>dC</sup>	4,60 <sup>dD</sup>	4,47 <sup>dE</sup>	4,42 <sup>dE</sup>
<b>G30</b>	3,57 <sup>fA</sup>	3,51 <sup>fA</sup>	3,40 <sup>fB</sup>	3,41 <sup>fB</sup>	3,32 <sup>fBC</sup>	3,29 <sup>fC</sup>	3,16 <sup>fD</sup>

P - Amostra padrão, isenta de aditivo; M10, M20 e M30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de maltodextrina; G10, G20 e G30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de goma arábica; Diferença mínima significativa para linha = 0.0988; Diferença mínima significativa para coluna = 0.0988; Média geral = 5,81%; Coeficiente de variação (%) = 0,69; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Reduções significativas nos valores de ATT também foram registradas em outros produtos agrícolas em pó ao final da estocagem. Lisbôa et al. (2012) desidrataram a polpa de figo da Índia, formulada com 0,5% de Super Liga Neutra, 2% de Emustab e 5% de extrato de soja e batida em batedeira doméstica até formação de uma espuma estável, em estufa com circulação de ar na temperatura de 90 °C. A amostra seca foi desintegrada em multiprocessador para obtenção de pó, que foi acondicionado em embalagens laminadas no interior de recipientes de vidro herméticos contendo solução saturada de brometo de sódio (NaBr) e de cloreto de potássio (KCl) propiciadoras de umidades relativas médias de 55 e 83%. Os pós foram estocados em câmaras do tipo BOD a 25 e 40 °C por 100 dias de armazenamento. Os autores evidenciaram que em ambas as umidades relativas e temperaturas, a ATT diminuiu significativamente entre os tempos inicial e final da estocagem, para qualquer umidade relativa e temperatura avaliadas. Arlindo et al. (2007) obtiveram pimentão em pó através da secagem em camada fina de tiras da hortaliça com cerca de 1cm de espessura, em secador vertical de bandejas na temperatura de 70 °C. Após secagem, o produto foi triturado em moinho industrial para obtenção do material em pó que foi acondicionado em embalagens de polietileno de baixa densidade e armazenado por 100 dias em condições ambientais. Foi observado por estes pesquisadores, redução acentuada da ATT entre os valores dos tempos inicial e final.

Na Tabela 4.61 estão disponíveis os valores médios de pH das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais. Observou-se que o pH apresentou dois comportamentos distintos para os pós de umbu-cajá com e sem adjuvantes. Para o pó padrão (P), houve elevação significativa do pH até os 60 dias de estocagem, seguido de queda no período compreendido entre 90-120 dias, com posterior acréscimo significativo até ao final do período de armazenagem. Apesar de algumas oscilações, pôde-se perceber tendência significativa de elevação do potencial hidrogeniônico nesta amostra com o tempo de armazenamento, relacionando-se inversamente com a ATT, que diminuiu em igual período. Com exceção do pó M10, produzido com polpa com 10% de maltodextrina, constatou-se que os pós com adições de aditivos tiveram o pH com tendência a redução até os 90 dias de estocagem, com posterior acréscimo nos tempos de 120 e 150 dias. Ao final do armazenamento o pH decresceu, permanecendo estatisticamente inferior ao registrado no tempo inicial, exceto na amostra padrão. Para estas amostras não foi observada correlação desses valores com a ATT, fenômeno também reportado por Loureiro et al. (2013) ao estudarem a estabilidade de polpa de buriti em pó estocada por 90 dias em embalagens de polietileno e laminada, em

que houve redução dos valores de pH e ATT. Chauhan & Patil (2013) armazenaram bebida em pó mista a base de manga e leite em diferentes tipos de embalagens por 8 meses e constataram redução dos valores de pH, estando em acordo com as observações deste estudo.

**Tabela 4.61** - Resultados médios do pH das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais

Amostra	Armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
<b>P</b>	2,70 <sup>gG</sup>	2,74 <sup>gF</sup>	2,99 <sup>dA</sup>	2,93 <sup>cB</sup>	2,78 <sup>eE</sup>	2,83 <sup>gD</sup>	2,88 <sup>dC</sup>
<b>M10</b>	2,94 <sup>fA</sup>	2,90 <sup>fB</sup>	2,75 <sup>gD</sup>	2,55 <sup>fG</sup>	2,67 <sup>gE</sup>	2,85 <sup>fC</sup>	2,58 <sup>gF</sup>
<b>M20</b>	3,01 <sup>eA</sup>	3,00 <sup>eB</sup>	2,84 <sup>fD</sup>	2,63 <sup>eF</sup>	2,75 <sup>fE</sup>	2,90 <sup>eC</sup>	2,60 <sup>fG</sup>
<b>M30</b>	3,07 <sup>dA</sup>	3,06 <sup>dA</sup>	2,92 <sup>eC</sup>	2,72 <sup>dE</sup>	2,85 <sup>dD</sup>	2,96 <sup>dB</sup>	2,69 <sup>eF</sup>
<b>G10</b>	3,11 <sup>cC</sup>	3,26 <sup>cA</sup>	3,17 <sup>cB</sup>	2,92 <sup>cE</sup>	3,03 <sup>cD</sup>	3,16 <sup>cB</sup>	2,92 <sup>cE</sup>
<b>G20</b>	3,65 <sup>bA</sup>	3,61 <sup>bB</sup>	3,55 <sup>bC</sup>	3,29 <sup>bG</sup>	3,44 <sup>bE</sup>	3,53 <sup>bD</sup>	3,32 <sup>bF</sup>
<b>G30</b>	3,94 <sup>aA</sup>	3,91 <sup>aB</sup>	3,84 <sup>aC</sup>	3,57 <sup>aG</sup>	3,73 <sup>aE</sup>	3,81 <sup>aD</sup>	3,64 <sup>aF</sup>

P - Amostra padrão, isenta de aditivo; M10, M20 e M30 = Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de maltodextrina; G10, G20 e G30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de goma arábica; Diferença mínima significativa para linha = 0,0165; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0165; Média geral = 3,09; Coeficiente de variação (%) = 0,22; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Para qualquer amostras avaliada, notou-se que os valores de pH foram inferiores a 4,0 em todos os tempos de armazenamento. Essa observação é tecnologicamente interessante, haja vista que os produtos estocados conseguiram manter a característica muito ácida da fruta de origem. Além disso, os baixos pHs encontrados são importantes para a preservação e conservação dos pós, uma vez que em alimentos classificados como muito ácidos (pH < 4,0), o desenvolvimento de micro-organismos é restrito (FRANCO & LANDGRAF, 2003). Ao final do período de estocagem, o pH dos pós de umbu-cajá variou de 2,58 a 3,64, aproximando-se aos valores reportados por Alexandre et al. (2014) e Galdino et al. (2003) em polpas de pitanga e umbu em pó estocadas por 60 dias em condições ambientais. Estes autores relataram pH de 2,90 e 2,86-2,96 ao término da estocagem, respectivamente. Costa et al. (2013) encontraram pH de 4,16 ao final da estocagem de 360 dias da polpa de maracujá em pó proveniente de cultivo orgânico acondicionada em sacos plásticos e armazenada em embalagens de metal em temperatura

controlada de 25 °C, sendo esse resultado superior a faixa de oscilação evidenciadas nas polpas de umbu-cajá em pó.

Podem-se verificar na Tabela 4.62 os valores médios da relação SST/ATT das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais. Apesar de algumas oscilações, constatou-se tendência significativa de elevação da relação SST/ATT em todas as amostras, estando relacionados aos decréscimos mais acentuados registrados na ATT (Tabela 4.60) em comparação aos SST (Tabela 4.59) no decorrer da estocagem dos pós de umbu-cajá. Comparando-se os valores entre os tempos inicial e final, o pó padrão (P) revelou o maior percentual de acréscimo para esta relação, correspondendo a cerca de 20%, seguidos das amostras M10 e G10, produzidas com polpas formuladas com 10% de maltodextrina e goma arábica, com quase 16% de elevação. A elevação da relação SST/ATT com o tempo de estocagem permite obter pós com característica sensorial de sabor mais doce, uma vez que a sensação de doçura não está ligada somente a concentração de açúcares, mas ao equilíbrio entre os sólidos em solução e a acidez do produto (SANTOS et al., 2014a). Todavia, são necessários testes sensoriais para ratificar tal hipótese, de modo a diagnosticar a interação do produto com o provável consumidor.

Apesar da amostra padrão (P) ter apresentado para a relação SST/ATT elevação percentual mais acentuada, verificou-se que esse pó deteve o menor valor para esta relação, enquanto que as amostras M30 e G30 revelaram dados superiores a 25 ao final do período de estocagem. Isso sugere que estas amostras foram sensorialmente mais doces, em virtude do melhor equilíbrio entre os sólidos solúveis totais e ácidos orgânicos, enquanto que a amostra P foi a de sabor mais forte. Loureiro et al. (2013) evidenciaram comportamento semelhante para a relação SST/ATT em polpas de buriti em pó acondicionadas em embalagens laminadas e de polietileno de baixa densidade e armazenadas em condições ambientais por 90 dias, em que esta relação aumentou ao final do armazenamento na maioria das amostras avaliadas. No estudo de Costa et al. (2013) foi constatado que a relação SST/ATT oscilou muito ao longo de 360 dias de armazenamento da polpa de maracujá em pó acondicionada em sacos plásticos e armazenada em embalagens de metal em temperatura controlada de 25 °C, todavia ao término da estocagem esta relação manteve-se bem próxima ao valor inicial, fato este divergente do observado para os pós de umbu-cajá.

**Tabela 4.62** - Resultados médios da relação dos sólidos solúveis totais com a acidez total titulável das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais

Amostra	Armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
<b>P</b>	5,64 <sup>gD</sup>	6,11 <sup>gC</sup>	6,33 <sup>gBC</sup>	6,42 <sup>fBC</sup>	6,21 <sup>fBC</sup>	6,54 <sup>gAB</sup>	6,78 <sup>gA</sup>
<b>M10</b>	11,04 <sup>eC</sup>	12,18 <sup>eB</sup>	12,04 <sup>eB</sup>	12,28 <sup>dB</sup>	11,97 <sup>eB</sup>	12,71 <sup>eA</sup>	12,83 <sup>eA</sup>
<b>M20</b>	16,83 <sup>cD</sup>	17,28 <sup>cC</sup>	17,97 <sup>cB</sup>	17,15 <sup>cCD</sup>	18,44 <sup>cA</sup>	18,36 <sup>cA</sup>	18,56 <sup>cA</sup>
<b>M30</b>	25,08 <sup>aE</sup>	25,14 <sup>aE</sup>	26,05 <sup>aC</sup>	25,49 <sup>aD</sup>	26,55 <sup>aB</sup>	26,20 <sup>aC</sup>	27,27 <sup>aA</sup>
<b>G10</b>	10,55 <sup>fD</sup>	11,02 <sup>fC</sup>	11,13 <sup>fC</sup>	11,32 <sup>eC</sup>	11,79 <sup>eB</sup>	12,16 <sup>fA</sup>	12,19 <sup>fA</sup>
<b>G20</b>	16,06 <sup>dC</sup>	16,54 <sup>dB</sup>	16,64 <sup>dB</sup>	16,85 <sup>cB</sup>	16,63 <sup>dB</sup>	17,42 <sup>dA</sup>	17,20 <sup>dA</sup>
<b>G30</b>	23,82 <sup>bC</sup>	24,24 <sup>bB</sup>	24,88 <sup>bA</sup>	24,44 <sup>bB</sup>	24,33 <sup>bB</sup>	23,28 <sup>bD</sup>	25,19 <sup>bA</sup>

P - Amostra padrão, isenta de aditivo; M10, M20 e M30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de maltodextrina; G10, G20 e G30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de goma arábica; Diferença mínima significativa para linha = 0,3394; Diferença mínima significativa para coluna = 0,3394; Média geral = 16,39; Coeficiente de variação (%) = 0,84; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Têm-se na Tabela 4.63 os valores médios dos açúcares redutores das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais. Houve tendência de redução dos açúcares redutores em todas as amostras, com níveis de decréscimos compreendidos entre 3-9%. Esse fenômeno pode estar relacionado a diluição dos açúcares em virtude do aumento do conteúdo de água das amostras durante a estocagem (Tabela 4.56) ou à degradação de açúcares redutores ao reagirem com aminoácidos livres, através da reação de Maillard (LIU et al., 2010). Ao final do período de estocagem, houve diferença estatística entre todas as amostras, com os pós padrão (P) e aqueles produzidos com polpas de umbu-cajá formuladas com as menores concentrações de aditivos (M10 e G10) apresentando os maiores teores de açúcares redutores, visto que quanto mais elevada é a adição de maltodextrina e goma arábica, maior será a diluição dos açúcares provenientes da fruta. Os teores de açúcares redutores variaram, aos 180 dias de estocagem, de 13,28 a 49,90% de glicose, aproximando-se do valor encontrado por Silva et al. (2005) ao final da estocagem de pó de umbu-cajá produzido pelo método de secagem em camada de espuma e armazenada em dois tipos de embalagens (polietileno de baixa densidade e laminada) por 60 dias em condições ambientais, que foi de quase 50% de glicose, para as amostras acondicionadas em ambas as embalagens.

**Tabela 4.63** - Resultados médios dos açúcares redutores em glicose (%) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais

Amostra	Armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
<b>P</b>	54,32 <sup>aA</sup>	52,72 <sup>aB</sup>	51,96 <sup>aC</sup>	51,71 <sup>aD</sup>	51,21 <sup>aE</sup>	50,69 <sup>aF</sup>	49,90 <sup>aG</sup>
<b>M10</b>	33,07 <sup>bB</sup>	33,53 <sup>bA</sup>	32,37 <sup>bC</sup>	32,07 <sup>bD</sup>	31,47 <sup>bE</sup>	31,17 <sup>bF</sup>	31,35 <sup>bE</sup>
<b>M20</b>	26,47 <sup>dA</sup>	25,98 <sup>dB</sup>	25,59 <sup>dC</sup>	25,48 <sup>dC</sup>	25,04 <sup>dD</sup>	24,11 <sup>dF</sup>	24,73 <sup>dE</sup>
<b>M30</b>	21,60 <sup>eA</sup>	21,54 <sup>eA</sup>	20,91 <sup>eB</sup>	20,82 <sup>eB</sup>	20,82 <sup>eB</sup>	20,60 <sup>eC</sup>	20,28 <sup>eD</sup>
<b>G10</b>	29,70 <sup>cB</sup>	28,95 <sup>cE</sup>	28,73 <sup>cF</sup>	30,02 <sup>cA</sup>	29,30 <sup>cC</sup>	29,12 <sup>cD</sup>	28,54 <sup>cG</sup>
<b>G20</b>	19,26 <sup>fA</sup>	19,05 <sup>fB</sup>	18,97 <sup>fBC</sup>	19,27 <sup>fA</sup>	18,85 <sup>fC</sup>	19,24 <sup>fA</sup>	18,54 <sup>fD</sup>
<b>G30</b>	14,20 <sup>gA</sup>	13,81 <sup>gB</sup>	13,68 <sup>gC</sup>	13,89 <sup>gB</sup>	13,41 <sup>gE</sup>	13,54 <sup>gD</sup>	13,28 <sup>gF</sup>

P - Amostra padrão, isenta de aditivo; M10, M20 e M30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de maltodextrina; G10, G20 e G30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de goma arábica; Diferença mínima significativa para linha = 0,1210; Diferença mínima significativa para coluna = 0,1210; Média geral = 27,45%; Coeficiente de variação (%) = 0,18; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Reduções nos valores de açúcares redutores em produtos agrícolas durante o armazenamento são frequentemente relatadas por diversos pesquisadores em derivados de frutas. Alexandre et al. (2013) observaram redução dos açúcares redutores, ao estocarem o pó da polpa de pitanga desidratada pelo processo de secagem em camada de espuma em embalagem flexível multifoliada por 60 dias em condições ambientais, com teores reduzindo de 24,79 para 23,19% de glicose, correspondendo a decréscimo em torno de 6,5%, estando próxima ao evidenciado nos pós de umbu-cajá deste trabalho. Costa et al. (2013) estudaram a estabilidade da polpa de maracujá em pó obtida por secagem por atomização, com armazenamento realizado em embalagens de metal e temperatura controlada de 25 °C por 360 dias e constataram redução dos açúcares redutores de 30,79 a 25,50%, com cerca de 17% de decréscimo. De igual forma, Lisbôa et al. (2012) armazenaram a polpa de figo da índia em pó obtida pelo método de camada de espuma em embalagens laminadas no interior de recipientes herméticos contendo solução saturada de brometo de sódio (NaBr) e de cloreto de potássio (KCl) propiciadoras de umidades relativas médias de 55 e 83%, e reportaram reduções significativas nos valores dos açúcares redutores em todas as amostras, com decréscimos em torno de ~10 a 25%.

A Tabela 4.64 dispõe os valores médios de ácido ascórbico das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais. Verificou-se que os teores de ácido ascórbico apresentaram tendência de redução em todas as amostras

em pó, podendo também estar relacionada à absorção de água durante a estocagem. De acordo com Juliano et al. (2014) a absorção de água no decorrer da armazenagem de alimentos pode acelerar a oxidação do ácido ascórbico, uma vez que maiores teores de água implicam em maior mobilidade molecular. Também deve ser considerado que a degradação desse componente em alimentos processados pode ser devido a reações causadas pela ação da enzima ascorbato oxidase (KLEIN, 1987; SANTOS et al., 2013b) e “autooxidação”, isto é, o processo de oxidação do ácido ascórbico pelo oxigênio (FORNARO & COICHEV, 1998) presente na própria embalagem onde os pós estão acondicionados (GRANATO et al., 2010), com síntese de ácido dicetogulônico (PRATI et al., 2004). Como produtos liofilizados apresentam naturalmente estruturas porosas, o oxigênio contido entre as partículas dos pós de umbu-cajá pode ter acelerado as reações de degradações pelo oxigênio molecular. Além disso, a temperatura de estocagem (~26,5 °C) dos produtos em pó provavelmente acelerou as reações de degradações, visto que, em temperaturas mais elevadas a velocidade de degradação do ácido ascórbico é maior (TORALLES et al., 2008). Ao final do armazenamento, percebeu-se diferença estatística entre todas as amostras, com valores de ácido ascórbico variando de 27,21 a 95,07 mg/100 g. Isso significa que são necessários quantidades de pós de umbu-cajá de ~47-165 g para suprir a necessidade diária de um adulto, que é de 45 mg/dia (ANVISA, 2005b).

**Tabela 4.64** - Resultados médios do ácido ascórbico (mg/100 g) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais

Amostra	Armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
<b>P</b>	131,87 <sup>aA</sup>	128,23 <sup>aC</sup>	128,65 <sup>aB</sup>	125,56 <sup>aD</sup>	117,81 <sup>aE</sup>	108,96 <sup>aF</sup>	95,07 <sup>aG</sup>
<b>M10</b>	74,02 <sup>ba</sup>	73,41 <sup>bb</sup>	74,16 <sup>ba</sup>	72,38 <sup>bc</sup>	68,36 <sup>cd</sup>	66,43 <sup>be</sup>	60,46 <sup>bf</sup>
<b>M20</b>	50,09 <sup>db</sup>	50,76 <sup>da</sup>	50,60 <sup>da</sup>	48,54 <sup>dc</sup>	47,65 <sup>dd</sup>	45,20 <sup>de</sup>	42,15 <sup>df</sup>
<b>M30</b>	36,07 <sup>fb</sup>	36,37 <sup>fAB</sup>	36,71 <sup>fa</sup>	33,11 <sup>fc</sup>	32,33 <sup>fd</sup>	29,20 <sup>fe</sup>	28,61 <sup>ff</sup>
<b>G10</b>	73,60 <sup>ca</sup>	71,39 <sup>cc</sup>	72,70 <sup>cb</sup>	71,06 <sup>cc</sup>	70,40 <sup>bd</sup>	65,51 <sup>ce</sup>	58,22 <sup>cf</sup>
<b>G20</b>	49,34 <sup>ea</sup>	49,21 <sup>ea</sup>	49,48 <sup>ea</sup>	45,71 <sup>eb</sup>	44,28 <sup>ec</sup>	41,19 <sup>ed</sup>	40,35 <sup>ee</sup>
<b>G30</b>	32,14 <sup>ga</sup>	32,11 <sup>ga</sup>	32,36 <sup>ga</sup>	30,66 <sup>gb</sup>	29,51 <sup>gc</sup>	28,16 <sup>gd</sup>	27,21 <sup>ge</sup>

P - Amostra padrão, isenta de aditivo; M10, M20 e M30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de maltodextrina; G10, G20 e G30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de goma arábica; Diferença mínima significativa para linha = 0,3823; Diferença mínima significativa para coluna = 0,3823; Média geral = 59,33 mg/100 g; Coeficiente de variação (%) = 0,26; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Liu et al. (2010) estudaram a estabilidade de tomates em pó acondicionados em embalagens laminadas e armazenados em ausência de luz nas temperaturas de 0, 25 e 37 °C por um período de 5 meses e também constataram reduções significativas nos teores de ácido ascórbico, todavia com decréscimos mais acentuados à medida que a temperatura de armazenagem aumentava. Os autores reportaram redução de ~19% de ácido ascórbico na temperatura de 0 °C, enquanto que a 37 °C o nível de perda de ácido ascórbico foi em torno de 95%. Oliveira et al. (2015b) estudaram a estabilidade de polpas de mandacaru em pó obtidas pelo método de secagem por aspersão utilizando-se maltodextrinas com DE = 10 e 14, com os produtos em pó acondicionados em embalagens laminadas flexíveis em recipientes herméticos de vidro contendo solução saturada de brometo de sódio (NaBr) propiciadora de umidade relativa média de 57,7%, sendo a estocagem realizada em câmaras do tipo BOD a 25 °C por 50 dias de armazenamento, e concluíram que o ácido ascórbico apresentou tendência significativa de diminuição com o tempo de armazenamento, com decréscimos de 23,41% (DE = 10) e 26,58% (DE = 14). Essas observações estão em conformidade com os resultados encontrados para os pós de umbu-cajá deste trabalho.

Na Tabela 4.65 estão dispostos os valores médios de luminosidade ( $L^*$ ) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais. Verificou-se escurecimento significativo em todos os pós ao longo da estocagem, provavelmente relacionado à fatores como temperatura de armazenagem relativamente elevada (~26,5 °C), elevações do teor de água e da  $a_w$ , degradações de ácidos orgânicos, como o ascórbico, e açúcares, além da presença de oxigênio, visto que são relatados como responsáveis por causar o escurecimento não enzimático em alimentos armazenados (PUA et al., 2008). Santos et al. (2010b) relataram que durante a estocagem prolongada, especialmente em temperaturas elevadas, pode ocorrer reações de Maillard, que é a reação entre aminoácidos e açúcares redutores que resulta na formação de melanoidinas, que são polímeros nitrogenados de coloração escura, favorecida pelo ganho de água e elevação da  $a_w$  (ALVES et al., 2008b). Além da formação de cor indesejável, a reação de Maillard pode culminar em perda da qualidade nutricional e proporcionar modificações no sabor (SANTOS et al., 2010b). A oxidação do ácido ascórbico evidenciada durante o armazenamento dos pós de umbu-cajá, também pode ter favorecido o escurecimento, haja vista que produz compostos com radical carbonila, que reagem com grupos amino e por polimerização produzem pigmentos escuros, os quais são responsáveis pelo escurecimento (LOPES et al., 1997).

**Tabela 4.65** - Resultados médios da luminosidade (L\*) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais

Amostra	Armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
<b>P</b>	65,82 <sup>gA</sup>	60,91 <sup>gB</sup>	56,85 <sup>fC</sup>	53,18 <sup>gD</sup>	48,49 <sup>gF</sup>	49,47 <sup>gE</sup>	47,31 <sup>fG</sup>
<b>M10</b>	76,83 <sup>eA</sup>	74,37 <sup>fB</sup>	73,04 <sup>eC</sup>	72,95 <sup>fD</sup>	72,50 <sup>fE</sup>	71,39 <sup>fF</sup>	70,41 <sup>eG</sup>
<b>M20</b>	78,83 <sup>cB</sup>	78,99 <sup>cA</sup>	78,04 <sup>cD</sup>	78,87 <sup>cB</sup>	78,31 <sup>cC</sup>	77,60 <sup>bE</sup>	75,37 <sup>cF</sup>
<b>M30</b>	80,93 <sup>aE</sup>	82,42 <sup>aB</sup>	82,60 <sup>aA</sup>	81,17 <sup>aD</sup>	81,48 <sup>aC</sup>	80,32 <sup>aF</sup>	78,48 <sup>aG</sup>
<b>G10</b>	76,36 <sup>fA</sup>	76,31 <sup>eA</sup>	75,60 <sup>dB</sup>	74,84 <sup>eC</sup>	73,63 <sup>eE</sup>	74,48 <sup>eD</sup>	70,46 <sup>eF</sup>
<b>G20</b>	78,23 <sup>dB</sup>	78,39 <sup>dA</sup>	78,09 <sup>cC</sup>	76,66 <sup>dD</sup>	74,71 <sup>dG</sup>	75,11 <sup>dE</sup>	75,02 <sup>dF</sup>
<b>G30</b>	80,14 <sup>bA</sup>	80,13 <sup>bA</sup>	80,20 <sup>bA</sup>	79,36 <sup>bB</sup>	78,49 <sup>bC</sup>	77,46 <sup>cE</sup>	77,89 <sup>bD</sup>

P - Amostra padrão, isenta de aditivo; M10, M20 e M30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de maltodextrina; G10, G20 e G30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de goma arábica; Diferença mínima significativa para linha = 0,0757; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0757; Média geral = 73,85; Coeficiente de variação (%) = 0,04; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A maior disponibilidade de açúcares redutores e ácido ascórbico, além dos conteúdos de água e  $a_w$  mais elevados registrados na amostra padrão (P), contribuíram para o maior nível de escurecimento (~28%) neste produto, seguidos dos pós formulados com polpas com 10% (M10 e G10), 20% (M20 e G20) e 30% (M30 e G30) de aditivos, que revelaram percentuais de escurecimento de cerca de 8%, 4% e 3%, respectivamente. Ao final da estocagem, notou-se que a amostra padrão apresentou-se escura, com L\* inferior a 50, enquanto os demais pós, mesmo com reduções significativas de L\*, foram classificados como claros, com L\* superior a 70. Comportamento semelhante aos observados nas polpas em pó deste trabalho foram observados por Liu et al. (2010) ao investigarem a estabilidade de tomates em pó acondicionados em embalagens laminadas e armazenados em ausência de luz nas temperaturas de 0, 25 e 37 °C por um período de 5 meses, com redução significativa da coordenada L\*, sendo este escurecimento mais intenso à medida que se aumentava a temperatura de estocagem. Juliano et al. (2014) também reportaram escurecimento em polpa de camu-camu em pó obtida por liofilização, acondicionada em três diferentes embalagens (polietileno, nylon e polietileno revestido com camada de alumínio) e estocada em câmara BOD a 25 °C durante 150 dias, com nível de redução da componente L\* de 25 a 31%, todavia não apresentando diferença estatística entre os diferentes materiais de embalagem ao final do armazenamento.

Pode-se verificar na Tabela 4.66 os valores médios de intensidade de vermelho (+a\*) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais. Constataram-se dois comportamentos distintos para a componente +a\*, com tendência significativa de elevação nas amostras padrão (P) e nos pós adicionados de 10% de aditivos (M10 e G10), e decréscimo significativo nas amostras com maiores níveis de aditivos (M20, M30, G20 e G30). Observação similar foi realizada por Oliveira et al. (2015b) em polpas de mandacaru em pó produzidas com maltodextrinas com DE = 10 e 14 ao final de 50 dias de armazenamento a 25 °C, com o pó com DE = 10 apresentando decréscimo significativo de +a\*, enquanto que a amostra com DE = 14 revelou elevação desta coordenada. Reduções de +a\* podem ser devido à oxidação do ácido ascórbico, uma vez que este componente tem influência na proteção de pigmentos vermelhos, fenômeno verificado por Liu et al. (2010) em tomate em pó acondicionado em embalagens laminadas e armazenado nas temperaturas de 0, 25 e 37 °C por um período de 5 meses e também relatado por Granato et al. (2010) ao estudarem a estabilidade de sobremesa à base de soja. Por outro lado, as elevações da componente +a\* em algumas amostras pode ser devido ao provável efeito protetor (POLICARPO et al., 2007) que níveis elevados de maltodextrina e goma arábica promovem em frutas em pó, protegendo assim os pigmentos vermelhos de degradações, o que favoreceria a retenção da tonalidade vermelha do produto em pó estocado (OLIVEIRA et al., 2015b).

**Tabela 4.66** - Resultados médios da intensidade de vermelho (+a\*) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais

Amostra	Armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
<b>P</b>	12,49 <sup>aE</sup>	11,61 <sup>aF</sup>	12,52 <sup>aE</sup>	14,62 <sup>aB</sup>	13,45 <sup>aD</sup>	14,47 <sup>aC</sup>	15,42 <sup>aA</sup>
<b>M10</b>	6,25 <sup>cE</sup>	7,39 <sup>bD</sup>	7,90 <sup>bB</sup>	7,51 <sup>bC</sup>	7,41 <sup>bD</sup>	7,94 <sup>bB</sup>	8,15 <sup>cA</sup>
<b>M20</b>	5,25 <sup>dA</sup>	4,95 <sup>eC</sup>	4,98 <sup>eC</sup>	5,15 <sup>eB</sup>	4,95 <sup>eC</sup>	4,56 <sup>eD</sup>	4,55 <sup>eD</sup>
<b>M30</b>	3,59 <sup>fA</sup>	3,24 <sup>gCD</sup>	3,28 <sup>gC</sup>	3,42 <sup>gB</sup>	3,64 <sup>gA</sup>	3,19 <sup>gD</sup>	3,09 <sup>gE</sup>
<b>G10</b>	7,03 <sup>bD</sup>	6,81 <sup>cE</sup>	7,57 <sup>cB</sup>	6,81 <sup>cE</sup>	7,03 <sup>cD</sup>	7,40 <sup>cC</sup>	8,38 <sup>bA</sup>
<b>G20</b>	6,28 <sup>cA</sup>	6,03 <sup>dB</sup>	5,75 <sup>dD</sup>	5,94 <sup>dC</sup>	5,25 <sup>dF</sup>	5,13 <sup>dG</sup>	5,31 <sup>dE</sup>
<b>G30</b>	4,68 <sup>eA</sup>	4,38 <sup>fB</sup>	4,38 <sup>fB</sup>	4,22 <sup>fC</sup>	4,06 <sup>fD</sup>	3,97 <sup>fE</sup>	4,00 <sup>fE</sup>

P - Amostra padrão, isenta de aditivo; M10, M20 e M30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de maltodextrina; G10, G20 e G30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de goma arábica; Diferença mínima significativa para linha = 0,0543; Diferença mínima significativa para coluna = 0,0543; Média geral = 6,64; Coeficiente de variação (%) = 0,33; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Gomes et al. (2004) secaram a polpa de acerola formulada com 10% de maltodextrina em um secador do tipo leito de jorro com temperatura do ar de secagem de 70 °C. O pó obtido foi acondicionado em embalagens de polietileno e armazenado durante 60 dias em condições ambientais. Os autores evidenciaram que entre os tempos inicial e o final (60 dias) houve um aumento de aproximadamente 35% na componente +a\*, apontada como um dos motivos para o escurecimento da amostra durante a estocagem, sendo associado à redução da L\* em igual período. Estas observações estão em conformidade com os resultados desta pesquisa, em que as amostras que apresentaram os maiores níveis de escurecimento (P, M10 e G10) foram, também, as que revelaram elevações da coordenada +a\* ao final da estocagem. Em contrapartida, Loureiro et al. (2013) não observaram alterações significativas dos valores de +a\* ao longo do armazenamento de 90 dias, em condições ambientais, da polpa de buriti em pó acondicionada em embalagens de polietileno e laminada, enquanto que Alexandre et al. (2014) relataram, em pó da polpa de pitanga acondicionado em embalagem flexível multifolhada e estocado por 60 dias em condições ambientais considerável decréscimo da componente +a\*, em cerca de 30%.

Na Tabela 4.67 estão apresentados valores médios de intensidade de amarelo (+b\*) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais. Observou-se que todas as amostras avaliadas revelaram decréscimos significativos da coordenada +b\*, sendo obtidos ao final do período de estocagem valores estatisticamente inferiores aos detectados no tempo inicial. A depreciação da coloração amarelada dos pós de umbu-cajá pode estar relacionado a reações de oxidação de carotenóides (GRANATO et al., 2010), favorecida pela permeabilidade da embalagem ao oxigênio do ambiente (ENDO et al., 2007). De acordo com Saron et al. (2007) esse tipo de degradação, que resultam em alterações de cor, é comum quando se submete o produto a longo tempo de estocagem, sendo evidenciado por Hymavathi & Khader (2005) em polpa de manga em pó estocado por 6 meses em condições ambientais. Os carotenóides são compostos lipossolúveis moderadamente estáveis ao calor e sujeitos à perda de cor por oxidação, sendo facilmente catalisados pela presença de duplas ligações em sua cadeia (SARON et al., 2007). Devido à permeabilidade da embalagem ao oxigênio, constatada por meio da elevação do teor de água, ocorreu provavelmente degradação dos carotenóides que culminou em redução dos valores de +b\*. Essas reações oxidativas podem ter sido favorecidas pela temperatura de estocagem relativamente elevada (~26,5 °C). Além disso,

a presença de íons metálicos naturalmente presentes no pó de umbu-cajá pode ter agido como catalisador dos processos oxidativos de carotenóides (SARON et al., 2007).

Na pesquisa de Pereira et al. (2016) foi observado decréscimo significativo nos valores de +b\* ao longo de 60 dias de estocagem de tomate em pó em condições ambientais, estando em acordo com os resultados obtidos para as polpas de umbu-cajá. Os autores citados produziram tomate em pó pelo método de secagem em estufa, o qual foi acondicionado em embalagens em sacos de polietileno de baixa densidade e submetido à estocagem. Lisbôa et al. (2012) estudaram a estabilidade da polpa de figo da índia em pó acondicionada em embalagens laminadas no interior de recipientes herméticos contendo solução saturada de brometo de sódio (NaBr) e de cloreto de potássio (KCl) propiciadoras de umidades relativas médias de 55 e 83% e estocadas em por 100 dias em temperaturas de 25 °C e 40 °C, sendo relatadas reduções significativas da coordenada +b\* nas amostras estocadas em temperatura mais elevada. De igual modo, Pua et al. (2008) verificaram redução da componente +b\* ao longo do armazenamento de 12 semanas de polpa de graviola em pó obtida pelo método de secagem em tambor (*drum drying*).

**Tabela 4.67** - Resultados médios da intensidade de amarelo (+b\*) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais

Amostra	Armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
<b>P</b>	44,84 <sup>aA</sup>	42,71 <sup>aB</sup>	40,57 <sup>aC</sup>	39,56 <sup>aD</sup>	37,82 <sup>aF</sup>	39,24 <sup>aE</sup>	37,18 <sup>aG</sup>
<b>M10</b>	31,57 <sup>cB</sup>	32,04 <sup>bA</sup>	31,55 <sup>bB</sup>	30,31 <sup>cD</sup>	30,67 <sup>bC</sup>	30,76 <sup>cC</sup>	29,13 <sup>cE</sup>
<b>M20</b>	27,46 <sup>eA</sup>	25,51 <sup>dB</sup>	25,60 <sup>dB</sup>	24,39 <sup>eC</sup>	23,98 <sup>dD</sup>	24,27 <sup>eC</sup>	22,10 <sup>fE</sup>
<b>M30</b>	20,08 <sup>gA</sup>	19,98 <sup>fA</sup>	19,03 <sup>fB</sup>	17,56 <sup>gC</sup>	16,19 <sup>fE</sup>	16,26 <sup>gE</sup>	16,86 <sup>gD</sup>
<b>G10</b>	32,06 <sup>bA</sup>	32,08 <sup>bA</sup>	31,50 <sup>bB</sup>	31,71 <sup>bB</sup>	30,57 <sup>bD</sup>	31,11 <sup>bC</sup>	29,53 <sup>bE</sup>
<b>G20</b>	30,13 <sup>dA</sup>	28,35 <sup>cC</sup>	29,25 <sup>cB</sup>	27,52 <sup>dD</sup>	26,83 <sup>cE</sup>	26,56 <sup>dF</sup>	25,82 <sup>dG</sup>
<b>G30</b>	25,31 <sup>fA</sup>	24,00 <sup>eB</sup>	23,74 <sup>eC</sup>	23,22 <sup>fD</sup>	23,07 <sup>eDE</sup>	23,73 <sup>fC</sup>	22,94 <sup>eE</sup>

P - Amostra padrão, isenta de aditivo; M10, M20 e M30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de maltodextrina; G10, G20 e G30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de goma arábica; Diferença mínima significativa para linha = 0,2151; Diferença mínima significativa para coluna = 0,2151; Média geral = 28,08; Coeficiente de variação (%) = 0,31; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Os valores médios de ângulo de tonalidade (h\*) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais estão dispostos na Tabela 4.68. As amostras em pó padrão (P) e as formuladas com 10% de aditivos (M10 e G10)

apresentaram tendência de redução da coordenada  $h^*$ , relacionado principalmente à elevação dos valores de  $+a^*$  ao longo da estocagem, com decréscimos de 9%, 6% e 4% para as respectivas amostras. Isso significa que a percepção da cor desses pós se distanciou da região amarela ( $h^* = 90^\circ$ ) e se aproximou, ainda que sutilmente, da região vermelha ( $h^* = 0^\circ$ ). Apesar de oscilações significativas ao longo do armazenamento dos pós produzidos com polpas contendo as maiores concentrações de aditivos (M20, M30, G20 e G30), observou-se que o parâmetro  $h^*$  apresentou tendência à estabilidade nessas amostras, com os dados desta coordenada, em qualquer tempo de estocagem, próximos aos valores iniciais. Logo, a percepção da cor das amostras M20, M30, G20 e G30 permaneceu praticamente constante, entre as regiões de ângulo amarelo e vermelho, todavia com maior proximidade para a tonalidade amarelada.

**Tabela 4.68** - Resultados médios do ângulo de tonalidade ( $h^*$ ) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais

Amostra	Armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
<b>P</b>	74,44 <sup>gB</sup>	74,79 <sup>fA</sup>	72,85 <sup>fC</sup>	69,72 <sup>fE</sup>	70,42 <sup>gD</sup>	69,75 <sup>gE</sup>	67,47 <sup>fF</sup>
<b>M10</b>	78,80 <sup>dA</sup>	77,01 <sup>eB</sup>	75,95 <sup>eD</sup>	76,08 <sup>eD</sup>	76,42 <sup>fC</sup>	75,52 <sup>fE</sup>	74,37 <sup>dF</sup>
<b>M20</b>	79,18 <sup>cB</sup>	79,03 <sup>cBC</sup>	78,99 <sup>cC</sup>	78,08 <sup>cE</sup>	78,33 <sup>cD</sup>	79,35 <sup>bA</sup>	78,37 <sup>cD</sup>
<b>M30</b>	79,85 <sup>aC</sup>	80,78 <sup>aA</sup>	80,23 <sup>aB</sup>	78,98 <sup>bE</sup>	77,32 <sup>dF</sup>	78,89 <sup>dE</sup>	79,62 <sup>bD</sup>
<b>G10</b>	77,63 <sup>fB</sup>	78,01 <sup>dA</sup>	76,49 <sup>dD</sup>	77,88 <sup>dA</sup>	77,06 <sup>eC</sup>	76,61 <sup>eD</sup>	74,16 <sup>eE</sup>
<b>G20</b>	78,22 <sup>eC</sup>	77,99 <sup>dD</sup>	78,88 <sup>cB</sup>	77,81 <sup>dE</sup>	78,93 <sup>bAB</sup>	79,08 <sup>cA</sup>	78,37 <sup>cC</sup>
<b>G30</b>	79,52 <sup>bD</sup>	79,67 <sup>bCD</sup>	79,55 <sup>bCD</sup>	79,69 <sup>aC</sup>	80,02 <sup>aB</sup>	80,49 <sup>aA</sup>	80,11 <sup>aB</sup>

P - Amostra padrão, isenta de aditivo; M10, M20 e M30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de maltodextrina; G10, G20 e G30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de goma arábica; Diferença mínima significativa para linha = 0,1537; Diferença mínima significativa para coluna = 0,1537; Média geral = 77,28; Coeficiente de variação (%) = 0,08; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Resultados similares aos observados neste trabalho foram reportados em outras frutas em pó no decorrer do armazenamento. Gomes et al. (2004) desidrataram a polpa de acerola formulada com 10% de maltodextrina em leite de jorro a 70 °C. O pó obtido foi acondicionado em embalagens de polietileno, armazenado durante 60 dias em condições ambientais. Ao final da estocagem, os autores relataram ligeiro decréscimo na coordenada  $h^*$ , estando em acordo com o observado neste trabalho. Costa et al. (2013) avaliaram a estabilidade do pó de maracujá amarelo acondicionado em sacos plásticos e armazenado

em embalagens de metal por 360 dias a 25 °C, verificando redução da componente  $h^*$  ao longo da estocagem, com redução de ~2,4% ao final do armazenamento. No estudo de Juliano et al. (2014) também foi observado redução significativa nos valores de  $h^*$  em polpa de camu-camu em pó acondicionada em três diferentes embalagens (polietileno, nylon e polietileno revestido com camada de alumínio) e estocada em câmara BOD a 25 °C durante 150 dias.

Têm-se na Tabela 4.69 os valores médios de croma ( $C^*$ ) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais. Apesar de detectada oscilações ao longo do armazenamento, verificou-se que a coordenada  $C^*$  apresentou tendência significativa de redução, atingindo níveis de decréscimos de 6 a 19%. Isso significa que os pós de umbu-cajá tiveram a intensidade de cor reduzida, o que pode ser prejudicial do ponto de vista econômico, visto que produtos com maiores valores para a componente  $C^*$  são mais vivos, isto é, apresentam coloração mais vibrante, e como consequência, tornam-se mais atrativos à compra (OLIVEIRA et al., 2015a). Ao final do período de estocagem, percebeu-se que a amostra padrão (P) revelou maior valor de  $C^*$ , seguido das amostras M10 e G10, obtidas de polpas formuladas com 10% de maltodextrina e goma arábica, indicando que essas amostras foram as de coloração mais intensa e, se estivessem disponíveis no comércio, seriam provavelmente as preferidas por terem saturação da cor mais próxima ao da fruta de origem.

**Tabela 4.69** - Resultados médios do croma ( $C^*$ ) das polpas de umbu-cajá em pó durante o período de armazenamento em condições ambientais

Amostra	Armazenamento (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
<b>P</b>	46,55 <sup>aA</sup>	44,26 <sup>aB</sup>	42,46 <sup>aC</sup>	42,18 <sup>aD</sup>	40,14 <sup>aF</sup>	41,82 <sup>aE</sup>	40,26 <sup>aF</sup>
<b>M10</b>	32,19 <sup>cC</sup>	32,89 <sup>bA</sup>	32,52 <sup>bB</sup>	31,23 <sup>cF</sup>	31,55 <sup>bE</sup>	31,77 <sup>bD</sup>	30,25 <sup>cG</sup>
<b>M20</b>	27,95 <sup>eA</sup>	25,99 <sup>dB</sup>	26,08 <sup>dB</sup>	24,93 <sup>eC</sup>	24,49 <sup>dD</sup>	24,69 <sup>dD</sup>	22,57 <sup>fE</sup>
<b>M30</b>	20,40 <sup>gA</sup>	20,24 <sup>fA</sup>	19,31 <sup>fB</sup>	17,89 <sup>gC</sup>	16,59 <sup>fE</sup>	16,57 <sup>fE</sup>	17,14 <sup>gD</sup>
<b>G10</b>	32,82 <sup>bA</sup>	32,80 <sup>bA</sup>	32,40 <sup>bB</sup>	32,43 <sup>bB</sup>	31,37 <sup>bD</sup>	31,98 <sup>bC</sup>	30,69 <sup>bE</sup>
<b>G20</b>	30,78 <sup>dA</sup>	28,98 <sup>cC</sup>	29,81 <sup>cB</sup>	28,15 <sup>dD</sup>	27,34 <sup>cE</sup>	27,05 <sup>cF</sup>	26,36 <sup>dG</sup>
<b>G30</b>	25,74 <sup>fA</sup>	24,40 <sup>eB</sup>	24,14 <sup>eC</sup>	23,60 <sup>fD</sup>	23,43 <sup>eDE</sup>	24,06 <sup>eC</sup>	23,28 <sup>eE</sup>

P - Amostra padrão, isenta de aditivo; M10, M20 e M30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de maltodextrina; G10, G20 e G30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de goma arábica; Diferença mínima significativa para linha = 0,2100; Diferença mínima significativa para coluna = 0,2100; Média geral = 28,91; Coeficiente de variação (%) = 0,30; Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Alexandre et al. (2014) investigaram a estabilidade colorimétrica da polpa de pitanga produzida pelo processo de secagem em camada de espuma, acondicionada em embalagem flexível multifoliada (PET/PP) e armazenada em condições ambientais por 60 dias, e constataram redução da coordenada  $C^*$  ao final da estocagem, correspondendo a ~8,5%, corroborando com os dados desta pesquisa. No estudo de Liu et al. (2010) também foi relatado comportamento semelhante. Os autores estocaram tomates em pó nas temperaturas de 0, 25 e 37 °C por um período de 5 meses, com as amostras acondicionadas em embalagens laminadas em ausência de luz, e reportaram decréscimo da componente  $C^*$  em todas as temperaturas de armazenamento. Resultado divergente foi encontrado por Juliano et al. (2014) em polpa de camu-camu em pó obtida por liofilização, acondicionada em três diferentes embalagens (polietileno, nylon e polietileno revestido com camada de alumínio) e estocada a 25 °C durante 150 dias, em que houve aumento da coordenada  $C^*$  ao longo do armazenamento.

#### **4.8 - Caracterização física, química e físico-química do leite de cabra**

Estão apresentados na Tabela 4.70 os valores médios da caracterização física, química e físico-química do leite de cabra. O teor de extrato seco total (EST) foi superior a 13%, expressando o potencial tecnológico do leite caprino, uma vez que Min et al. (2005) relataram que, quanto maior o EST no leite caprino, melhor será o desempenho na produção de produtos lácteos, como queijos, leites em pó, entre outros. O valor encontrado está dentro da faixa de variação verificada por Yuksel et al. (2012) em leites caprino da região de Mount Ida, EUA, em diferentes meses do ano, e por Santos et al. (2012) em leites de cabra comercializados no Ceará, com dados de 10,63 a 19,40% e de 10,07 a 14,18%, respectivamente. No estudo de Mestawet et al. (2012), com leites caprinos oriundos da Etiópia, foi verificado que os teores de EST foram muito afetados pelos conteúdos de gordura, com variação de 13,88 a 16,27%.

Observou-se que o teor de extrato seco desengordurado (ESD) foi superior ao mínimo estabelecido pela Instrução Normativa nº 37, que preconiza os requisitos de qualidade do leite de cabra destinado ao consumo humano (BRASIL, 2000b), que é de 8,2%. Ao estudarem a composição de leites caprinos da região do Vale do Jaguaribe, Ceará, Santos et al. (2012) encontraram ESD oscilando entre 6,76 e 10,21%, com o leite deste estudo situando-se dentro da faixa encontrada pelos autores. Rangel et al. (2012)

verificaram dados ligeiramente inferiores ao caracterizarem amostras de leites de cabra de Torneios Leiteiros no Estado do Rio Grande do Norte, no período de abril a outubro de 2009, com valores de ESD de 8,09 a 8,60%. No estudo de Kondyli et al. (2012) foi reportado teores de ESD de 8,45 e 8,83% em leites caprinos provenientes de raças de cabras gregas, valores esses inferiores ao leite caprino utilizado no processamento dos sorvetes de umbu-cajá.

**Tabela 4.70** - Caracterização física, química e físico-química do leite de cabra

Parâmetro	Valor médio	Parâmetro	Valor médio
EST (%)	13,58 ± 0,17	Densidade a 15 °C (g/cm <sup>3</sup> )	1,031 ± 0,001
ESD (%)	9,17 ± 0,22	Acidez total titulável (%) em ácido lático	0,18 ± 0,00
Gordura (%)	4,41 ± 0,25	pH	6,82 ± 0,01
Proteínas (%)	3,35 ± 0,02	Atividade de água (a <sub>w</sub> )	0,990 ± 0,001
Cinzas (%)	0,79 ± 0,03	Luminosidade (L*)	86,50 ± 0,17
Carboidratos totais (%)	5,04 ± 0,26	Intensidade de verde (-a*)	1,27 ± 0,03
Lactose (%)	4,44 ± 0,02	Intensidade de amarelo (+b*)	8,82 ± 0,03
Valor energético (Kcal/100 g)	73,20 ± 1,61	Croma (C*)	8,91 ± 0,03
Ácido ascórbico (mg/100 g)	5,07 ± 0,03	Ângulo de tonalidade (h*)	98,17 ± 0,19

EST – Extrato seco total; ESD – Extrato seco desengordurado.

O teor de gordura foi próximo de 4,40%, enquadrando-se na legislação vigente que recomenda teor original desse componente para classificação do leite como integral (BRASIL, 2000b). O não estabelecimento de faixa pela legislação vigente é devido à grande oscilação deste constituinte em leites de cabra. Entre os componentes do leite, a gordura apresenta maior variabilidade, sendo afetada pela dieta, com os níveis de fibra exercendo papel preponderante (RANGEL et al., 2012), e também por fatores ambientais, incluindo o estágio de lactação em que foram colhidas as amostras (MESTAWET et al., 2012). Yuksel et al. (2012) evidenciaram em leites de cabra da região de Mount Ida coletados em diferentes meses do ano, valores de gordura de 2,75 a 7%, com o resultado reportado no leite deste trabalho encontrando-se dentro da faixa relatada pelos autores. Ao estudarem a composição de leites de cabra oriundos de regiões árida da Tunísia, Ayebe et

al. (2016) evidenciaram teores de gordura superiores ao encontrado neste estudo, com teores compreendidos entre 4,66 a 5,44%.

Foi observado que o teor de proteínas ficou acima do limite inferior estabelecido pela legislação vigente, que é de 2,8% para qualquer variedade de leite (BRASIL, 2000b). De acordo com Garcia & Travassos (2012), as proteínas mais abundantes nos leites caprino e bovino são as mesmas. Entretanto em geral, no leite de cabra, são mais digestíveis e possuem maior teor de nitrogênio não protéico e menor de nitrogênio ligado à caseína, o que confere um baixo rendimento em queijo e uma fraca estrutura e textura em iogurte. Sokolińska et al. (2015) encontraram valores de proteínas semelhantes em leites de cabra alimentadas com uma dieta rica em compostos bioativos (3,40-3,41%). Já no estudo de Rufino et al. (2012) foi evidenciado teores de proteínas de 2,4-2,5% em leite de cabras alimentadas em pasto cultivado com *Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia e com suplementação com concentrado, portanto inferiores ao valor deste estudo. Ao caracterizarem leites caprinos provenientes de raças de cabras gregas, Kondyli et al. (2012) quantificaram conteúdos protéicos de 3,44 e 3,71%, portanto ligeiramente superiores ao valor deste trabalho.

O conteúdo de cinzas, que corresponde a matéria mineral do leite, foi superior a 0,70%, que é o teor mínimo estipulado pela legislação brasileira vigente (BRASIL, 2000b). De acordo com Garcia & Tavassos (2012), nem todos os minerais que compõem as cinzas estão na forma de sais solúveis. Mayer & Fiechter (2012) encontraram, em leites de cabra oriundos da Áustria, conteúdos de minerais compreendidos entre 0,77 e 0,92%, com o teor obtido neste trabalho encontrando-se inclusive na faixa observada pelos autores. Ao pesquisarem a composição de leites provenientes da Tunísia, Hammadi et al. (2012) verificaram teores de cinzas bem próximos ao deste trabalho, com valores variando de 0,73 a 0,75%. Costa et al. (2007), caracterizando físico-quimicamente amostras de leite de cabra comercializadas no estado da Paraíba, apontaram 66,67% das amostras com menos de 0,7% de cinzas (BRASIL, 2000b).

Os carboidratos totais do leite de cabra foram próximos a 5,0%. Deste montante, cerca de 88% correspondeu à lactose, que é o principal carboidrato do leite e, segundo González et al. (2001), um dos constituintes mais estáveis da composição deste produto. O teor de lactose foi superior a 4,3%, que é o mínimo estabelecido pela legislação (BRASIL, 2000b). Rufino et al. (2012) reportaram valores de lactose inferiores ao deste estudo, de 4,1-4,2%, em leites de cabra alimentadas com pasto cultivado de *Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia e com suplementação com concentrado. Por outro lado, Rangel et al. (2012)

encontraram dados de lactose superiores, com uma variação de 4,69 a 5,01% em amostras de leites de cabra de Torneios Leiteiros no Estado do Rio Grande do Norte, no período de abril a outubro de 2009. Ao analisarem leites de cabras provenientes da Áustria, Mayer & Fiechter (2012) reportaram valores de lactose de 4,06 a 4,88%. O teor de lactose do leite de cabra deste estudo está dentro da variação verificada pelos autores citados.

Apesar dos carboidratos serem o segundo componente (m/m) do leite caprino, observou-se que o valor energético, que foi de 73,20 kcal/100 g, foi devido, principalmente à presença da gordura, que contribuiu com cerca de 54,2% do total de energia desse produto, enquanto que os carboidratos e as proteínas forneceram cerca de 27,5 e 18,3% de energia, respectivamente. Esse valor foi ligeiramente superior ao referenciado na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011) que, para o leite caprino, especifica valor energético de 66,00 kcal/100 g. Todavia, deve-se considerar que variações nos valores de energia devem-se, principalmente, à composição do leite que pode variar segundo condições edafoclimáticas, alimentação, raça, entre outros. Apesar do ácido ascórbico ser um nutriente pouco investigado em avaliações de qualidade de leite de cabra, este produto lácteo pode apresentar cerca de 15,0 mg/100 g (EMBRAPA, 2016). No leite deste trabalho, observou-se que o teor de ácido ascórbico foi em torno de 5,0 mg/100 g, sendo necessários quase 900 g de leite caprino para suprir a necessidade diária para um adulto, que é de 45,0 mg/dia (ANVISA, 2005b). O baixo valor encontrado pode ser devido a degradações deste nutriente durante o processo térmico, que foi em alta temperatura, visto que foi utilizado leite UHT.

Verificou-se que a densidade enquadrou-se no limite estipulado pela legislação brasileira, que é de 1,0280-1,0340 g/cm<sup>3</sup> (BRASIL, 2000b). Prasad et al. (2005) relataram que a densidade do leite depende da concentração de elementos em solução e da porcentagem de gordura. Diversas causas justificam a variação na densidade no leite, entre elas, a temperatura no momento da leitura da densidade, do teor de gordura e da composição, ou seja, quanto maior o teor de sólidos no leite, maior a densidade. Ao estudarem as características físico-químicas de leites de cabra comercializados no estado da Paraíba, Costa et al. (2007) evidenciaram que todas as amostras avaliadas tinham valores de densidade dentro da recomendação da legislação, com variação de cerca de 1,028 a 1,032 g/cm<sup>3</sup>. No estudo de Rangel et al. (2012) foi verificada conformidade em relação aos valores de densidade em amostras de leites de cabra de Torneios Leiteiros no Estado do Rio Grande do Norte, no período de abril a outubro de 2009, com valores compreendidos entre 1,028 a 1,030 g/cm<sup>3</sup>.

Em relação à acidez titulável em ácido láctico, verificou-se conformidade com a legislação brasileira, que estabelece teor mínimo e máximo de 0,13 e 0,18%, respectivamente (BRASIL, 2000b). Segundo Pereira et al. (2001), a acidez do leite é devido à presença de caseínas, fosfatos, albumina, dióxido de carbono e citratos. Além disso, bactérias contaminantes do leite podem degradar a lactose produzindo ácido láctico alterando a acidez titulável (RIBEIRO JÚNIOR et al., 2013). Durante a ordenha em condições deficientes de higiene, ocorre a contaminação do leite por micro-organismos deteriorantes que degradam a lactose com produção de ácido láctico. Mesmo com o beneficiamento em altas temperaturas, o ácido láctico formado não é degradado e em concentração elevada pode ocasionar a coagulação da caseína do leite. Costa et al. (2007) destacaram que a acidez em ácido láctico também é utilizada como indicador do estado de conservação do leite. Santos et al. (2012) caracterizaram leites de cabra comercializados na região do Vale do Jaguaribe, Ceará, e constataram que todas as amostras enquadraram-se na especificação da legislação brasileira, com variação de acidez em ácido láctico de 0,15 e 0,18%, com o leite deste trabalho situando-se dentro do limite encontrado pelos autores.

O pH do leite caprino foi em torno de 6,8, próximo a neutralidade, indicando boa qualidade do produto. De acordo com Rangel et al. (2012), os valores de pH são importantes por indicarem a ação negativa de agentes microbiológicos que podem elevar a acidez do leite através da hidrólise da lactose por enzimas microbianas, formando ácido láctico. Yuksel et al. (2012), ao pesquisarem as características físicas e químicas de leites de cabra da região de Mount Ida, EUA, coletados em diferentes meses do ano, relataram valores de pH de 6,47 a 6,90, corroborando com o valor encontrado neste trabalho. Em contrapartida, valores de pH ligeiramente inferiores foram reportados por Ayeb et al. (2016) em leites de cabra provenientes de regiões áridas da Tunísia, com faixa de variação de 6,30 a 6,39.

Como esperado, o leite de cabra apresentou atividade de água elevada ( $a_w$ ), superior a 0,90, indicando que o produto possui quantidade de água disponível para promover deterioração do produto, caso não sejam adotadas medidas para obtenção higiênica do leite, rápida refrigeração e processamento adequado. Em relação aos parâmetros de cor, o leite caprino apresentou-se claro, com  $L^*$  superior a 80, devido principalmente a presença da caseína. Deve-se considerar ainda que a ausência de caroteno também favorece a coloração branca do leite caprino (PARK et al., 2007). Houve superioridade da tonalidade amarela ( $+b^*$ ) sobre a verde ( $-a^*$ ), o que já era previsto, visto que o leite é classificado como um fluido branco ligeiramente amarelado, uma vez que apresenta níveis

consideráveis de gordura, que tem contribuição na coloração do produto e derivados. Por isso, o ângulo de tonalidade ( $h^*$ ) apresentou-se próximo a região do amarelo ( $h^* = 90^\circ$ ), e o croma ( $C^*$ ) apresentou-se relativamente baixo, por causa da cor branca desse produto (MENDES et al., 2009).

#### **4.9 - Caracterização física, química e físico-química dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com polpa de umbu-cajá em pó**

Estão disponíveis nas Tabelas F.1 a F.28, Apêndice F, as análises de variância dos parâmetros físicos, químicos e físico-químicos dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com polpas de umbu-cajá em pó. Constatou-se que todas as variáveis analisadas, com exceção da elasticidade, revelaram efeito significativo 1% de probabilidade pelo teste F, indicando que alterações nas concentrações de pó de umbu-cajá foram capazes de promover alterações significativas nas características físicas, químicas e físico-químicas nos sorvetes caprinos prebióticos.

Têm-se na Tabela 4.71 os valores médios dos teores de água, sólidos totais, atividade de água ( $a_w$ ) e proteínas dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com polpa de umbu-cajá em pó. Houve redução significativa dos conteúdos de água com o aumento da concentração de polpa de umbu-cajá em pó, o que já era esperado, visto que este produto apresenta quantidade reduzida de água em sua constituição. Além disso, deve ser considerado que a elevação dos níveis de pó de umbu-cajá promoveu, por consequência, decréscimos nas quantidades de leite caprino utilizados no processamento dos sorvetes. Uma vez que o leite é a matéria-prima com maior teor de água, seu decréscimo nas formulações com concomitante acréscimo de fruta desidratada ocasiona redução dos valores de teores de água. Comportamento semelhante foi evidenciado por Lamounier et al. (2015) em sorvetes enriquecidos com farinha da casca da jabuticaba (0, 5 e 10%). Os autores reportaram que a adição do ingrediente desidratado, com conteúdo de água de ~16%, promoveu redução significativa dos teores de água dos gelados comestíveis, atingindo um total de redução de ~70%. Warren & Hartel (2014) pesquisaram a composição de sorvetes comercializados nos Estados Unidos e evidenciaram conteúdos de água variando de 57,4 a 68,9%, com os sorvetes de umbu-cajá deste trabalho apresentando valores de teores de água inclusos dentro da faixa encontrada por estes autores. Teores de água ligeiramente superiores foram relatados por Morzelle et al. (2012) ao caracterizarem físico-quimicamente sorvetes à base de frutos do cerrado, com dados de 65,23 a 67,52%.

**Tabela 4.71** - Resultados médios dos teores de água, sólidos totais, atividade de água e proteínas dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá em diferentes concentrações

<b>Formulação</b>	<b>Teor de água (%)</b>	<b>Sólidos totais (%)</b>	<b>Atividade de água (a<sub>w</sub>)</b>	<b>Proteínas (%)</b>
<b>F1</b>	63,85 ± 0,16 a	36,16 ± 0,16 e	0,980 ± 0,001 a	3,32 ± 0,02 e
<b>F2</b>	62,98 ± 0,11 b	37,03 ± 0,11 d	0,977 ± 0,002 a	3,51 ± 0,03 d
<b>F3</b>	61,38 ± 0,06 c	38,62 ± 0,06 c	0,969 ± 0,002 b	3,67 ± 0,01 c
<b>F4</b>	60,36 ± 0,17 d	39,64 ± 0,17 b	0,965 ± 0,001 c	3,82 ± 0,02 b
<b>F5</b>	58,94 ± 0,15 e	41,06 ± 0,15 a	0,955 ± 0,001 d	3,99 ± 0,05 a
<b>MG</b>	61,50	38,50	0,969	3,66
<b>DMS</b>	0,3634	0,3634	0,0041	0,0760
<b>CV (%)</b>	0,22	0,35	0,160	0,77
<b>Teste F</b>	637,94**	637,94**	129,21**	251,19**

F1, F2, F3, F4 e F5 - Sorvetes com respectivamente 2, 4, 6, 8 e 10% de polpa de umbu-cajá em pó; MG - Média geral; DMS - Desvio médio significativo; CV - Coeficiente de variação; Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; \*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Como consequência da redução dos teores de água com o aumento das concentrações de polpa de umbu-cajá em pó, observou-se que os sólidos totais foram elevados significativamente de 36,16% a 41,06%, correspondendo a acréscimo de ~14%, o que pode ser favorável do ponto de vista tecnológico, uma vez que Paulinelli et al. (2015) destacaram que os sólidos atuam melhorando a textura e cremosidade do produto elaborado. Todas as amostras enquadraram-se na especificação da legislação brasileira (BRASIL, 1999b; 2005), que recomenda teor mínimo de sólidos totais de 28% em sorvetes. Kavaz et al. (2015) relataram comportamento semelhante em sorvetes produzidos com uvas desidratadas previamente trituradas. Os autores incorporaram concentrações de 5, 10 e 15% de uvas desidratadas aos sorvetes e observaram elevação nos teores de sólidos totais de 38,70% a 45,40%, correspondendo a um acréscimo de ~17% nesse teor, na concentração mais elevada de adição de uva, sendo ligeiramente superior ao registrado nos sorvetes de umbu-cajá, provavelmente devido aos níveis mais baixos de fruta em pó utilizada (até 10%). No estudo de Homayouni & Norouzi (2015) foi reportado teores de sólidos totais de 38,09% e 38,68% em sorvetes fermentados à base de soja, semelhantes aos encontrados neste trabalho. Por sua vez, Çakmakc et al. (2015a) verificaram em

sorvetes elaborados com farinha e casca de *Elaeagnus angustifolia* L. nas concentrações de 0, 1, 2 e 3%, valores de sólidos totais de 40,02 a 41,47%, com incrementos desses valores com o aumento dos níveis de *E. angustifolia* L. Silva et al. (2015b) encontraram, em sorvetes desenvolvidos com leite de cabra adicionados, ou não, da bactéria *Bifidobacterium animalis* subsp. lactis BLC1, teores de sólidos totais próximos à faixa encontrada para os sorvetes de umbu-cajá, com valores de 38,1% e 35,6%, respectivamente para os sorvetes sem e com a adição do probiótico.

Verificou-se que a  $a_w$  foi significativamente afetada pela adição da polpa de umbu-cajá em pó, decrescendo de 0,980 a 0,955, indicando que houve redução na água livre dos sorvetes, tanto para reações bioquímicas, quanto para o desenvolvimento de microorganismos. Apesar disso, os valores de  $a_w$  foram superiores a 0,90, sugerindo que a quantidade de água livre reduzida não seria capaz para inibir o desenvolvimento de bolores e leveduras e bactérias patogênicas, caso outras condições intrínsecas e extrínsecas favorecessem (FRANCO & LANDGRAF, 2003). Deve ser considerado que os riscos de segurança alimentar, no que tange a  $a_w$ , estão relacionados à manipulação na calda, visto que o sorvete é comercializado congelado. Ao pesquisarem o efeito da adição de inulina (0, 2, 4 e 6%) como substituto de gordura sobre a qualidade de sorvetes com baixos teores de gordura, Tiwari et al. (2015) relataram que a elevação da concentração de inulina com concomitante diminuição de creme de leite (0; 7,27; 14,89 e 23,11%) não afetou os valores de  $a_w$  de 0,930, com dados ligeiramente inferiores aos verificados neste trabalho, todavia permanecendo superiores a 0,90.

Os teores de proteínas foram aumentadas significativamente com a elevação da concentração de pó de umbu-cajá, sugerindo que este nutriente estava presente em concentração mais alta na fruta desidratada que na calda composta pelos demais ingredientes. Esses maiores conteúdos podem contribuir para o desenvolvimento da estrutura do sorvete, além de influenciar a emulsificação, batimento e capacidade de retenção de água (CORREIA et al., 2007). De acordo com Sabatini et al. (2011), as proteínas podem conduzir à melhoria da viscosidade da mistura, podendo também contribuir para o aumento do tempo de derretimento e redução da formação de gelo (SABATINI et al., 2011). Percebeu-se ainda que todas as amostras avaliadas mostraram-se em concordância às normas legais, que estabelecem teor de proteínas de no mínimo 2,5% em sorvetes (BRASIL, 1999b; 2005). Çakmakc et al. (2015b) processaram sorvetes de *Fortunella margarita* nas concentrações de 0, 5, 10 e 15% e relataram elevação dos valores de proteínas à medida que os níveis de fruta era aumentada, com conteúdos protéicos

saltando de 11,99 para 13,02%, o que corresponde a elevação em torno de 8,5%. Esse comportamento está em conformidade ao relatado neste trabalho, entretanto, para os sorvetes de umbu-cajá, o nível de elevação de proteínas foi superior, em torno de 20%, relacionado à utilização de fruta desidratada, enquanto que os autores citados utilizaram polpa de fruta integral. Ao produzirem sorvete probiótico produzido com leite caprino adicionado da bactéria *B. animalis* subsp *lactis* BLC1, Silva et al. (2015b) observaram teores de proteínas próximos aos registrados neste trabalho, com valores de 3,1 e 3,4%, respectivamente para o sorvete sem adição e inoculado do probiótico. Pazianotti et al. (2010) reportaram grande oscilação nos valores de proteínas em sorvetes artesanais e industriais comercializados na região de Arapongas, PR, com valores de 2,94 a 4,79%.

Os valores médios dos teores de lipídeos, cinzas, carboidratos e valor energético dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com polpa de umbu-cajá em pó estão apresentados na Tabela 4.72. Percebeu-se que os valores de gordura foram progressivamente reduzidos pela adição de ingrediente pobre em lipídeos, visto que a maioria das frutas, mesmo desidratada, possui conteúdos baixos deste macronutriente (POTTER, 1968). Apesar disso, os sorvetes de umbu-cajá revelaram elevados índices de lipídeos, com uma variação de 7,13 a 9,47%, em que todas as amostras apresentaram-se em conformidade com a legislação brasileira, com mais de 2,5% de gordura, que é o mínimo estipulado (BRASIL, 1999b; 2005). Segundo Morzelle et al. (2012), o conteúdo de lipídios é geralmente elevado em sorvetes, interferindo na textura, corpo, diminuição da sensação de frio (PAZIANOTTI et al., 2010), cremosidade e durabilidade (COELHO, 2005). Yuksel (2015) verificou comportamento similar ao produzirem sorvetes adicionados de diferentes concentrações de *Prunus spinosa* L. (0, 5, 10 e 15%), com redução do teor de lipídeos de 6,90% a 4,15%, correspondendo a um decréscimo de quase 40%. Ao investigarem a composição química de sorvetes comercializados nos Estados Unidos, Warren & Hartel (2014) encontraram teores de lipídeos oscilando entre 0,01 a 14,3%, com valor médio (8,6%) próximo aos verificados nos sorvetes de umbu-cajá. Hashemi et al. (2015) relataram teores de lipídeos de 2,73 e 8,15% em sorvetes funcionais de baixa caloria formulados com inulina, lactulose e *Bifidobacterium lactis*. Seolin et al. (2013) desenvolveram sorvetes de cappuccino com substituição parcial e total da sacarose por frutooligosacarídeo e encontraram teores de lipídeos de 5,20 e 5,45%, sendo inferiores aos valores encontrados nos sorvetes de umbu-cajá. Por sua vez, Silva Júnior & Lannes (2011) verificaram teores de lipídeos bem superiores ao investigarem o efeito de diferentes

misturas de adoçantes e tipos de gordura nas propriedades de sorvetes, com valores próximos a ~12%.

**Tabela 4.72** - Resultados médios dos teores de lipídeos, cinzas, carboidratos e valor energético dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá em diferentes concentrações

Formulação	Lipídeos (%)	Cinzas (%)	Carboidratos (%)	Valor energético (kcal/100 g)
<b>F1</b>	9,47 ± 0,06 a	0,85 ± 0,02 e	22,52 ± 0,19 e	188,60 ± 0,60 b
<b>F2</b>	8,83 ± 0,12 b	0,99 ± 0,04 d	23,69 ± 0,21 d	188,31 ± 0,57 b
<b>F3</b>	8,07 ± 0,11 c	1,33 ± 0,03 c	25,55 ± 0,02 c	189,50 ± 0,92 b
<b>F4</b>	7,40 ± 0,03 d	1,44 ± 0,02 b	26,99 ± 0,15 b	189,78 ± 0,80 b
<b>F5</b>	7,13 ± 0,06 e	1,52 ± 0,03 a	28,43 ± 0,15 a	193,79 ± 0,66 a
<b>MG</b>	8,18	1,22	25,43	190,00
<b>DMS</b>	0,2203	0,0774	0,4291	1,9381
<b>CV (%)</b>	1,00	2,35	0,63	0,38
<b>Teste F</b>	428,84**	308,44**	676,77**	28,21**

F1, F2, F3, F4 e F5 - Sorvetes com respectivamente 2, 4, 6, 8 e 10% de polpa de umbu-cajá em pó; MG - Média geral; DMS - Desvio médio significativo; CV - Coeficiente de variação; Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; \*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

As cinzas foram aumentadas significativamente com incrementos de polpa de umbu-cajá em pó, atingindo no sorvete formulado com 10% de fruta desidratada (F5) concentração de minerais cerca de 79% superior em comparação a amostra acrescida de 2% de pó de umbu-cajá (F1). Sabe-se que a adição de frutas, especialmente as desidratadas, aumenta o teor de minerais de sorvetes, assim como relataram Souza et al. (2010a). Boff et al. (2013) desenvolveram sorvetes de chocolate utilizando fibra de casca de laranja como substituto de gordura, e verificaram que o aumento da concentração de fibra (0; 0,74 e 1,10%) resultou em elevação das cinzas de 3,41 a 4,17% b.s., correspondendo a um incremento de ~22%, corroborando com o fenômeno observado nos sorvetes de umbu-cajá. No estudo de Ranadheera et al. (2013) foi verificado teores de cinzas semelhantes aos verificados nos sorvetes de umbu-cajá, com valores de 1,27 a 1,29%, ao estudarem as características físico-químicas de sorvetes de leite de cabra probióticos armazenados (-20 °C) em diferentes materiais de embalagem (polietileno, polipropileno e vidro) após uma semana de produção. Lamounier et al. (2015)

desenvolveram sorvetes enriquecidos com farinha de casca de jabuticaba nas concentrações de 0, 5 e 10%, e reportaram conteúdo de cinzas variando de 0,90 a 1,07%, com estes valores inclusos na faixa encontrada para os sorvetes prebióticos de umbu-cajá. No estudo de Paulinelli et al. (2015) foi constatado teor de cinzas bem inferior, correspondendo a 0,23%, em sorvete produzido com polpa de mirtilo e semente de chia. Essa diferença pode estar relacionada ao estado da fruta utilizada. Enquanto a polpa de umbu-cajá estava desidratada e apresentava os constituintes minerais concentrados, a polpa de mirtilo era integral e, por consequência, as cinzas encontravam-se diluídas na água de constituição da fruta.

Verificou-se que os carboidratos totais aumentaram significativamente na medida em que os sorvetes eram formulados com as maiores concentrações de polpa de umbu-cajá em pó. Como os carboidratos constituem o segundo componente (m/m) em maior concentração na maioria das frutas, a remoção da água, que é o principal componente de produtos agrícolas, favorece a elevação da fração de carboidratos em frutas secas e, quando estas são utilizadas em formulações de outros alimentos, ocorre elevação desse nutriente. Nos sorvetes de umbu-cajá foram verificados teores de carboidratos elevados, oscilando de 22,52 a 28,43%, relacionados não apenas a adição de fruta em pó, mas também devido à presença da lactose do leite e do açúcar comercial adicionado na elaboração do sorvete (MORZELLE et al., 2012). Ao produzirem sorvetes de chocolate utilizando fibra de casca de laranja como substituto de gordura, Boff et al. (2013) relataram que os teores de carboidratos foram elevados com o aumento da concentração de fibra (0; 0,74 e 1,10%) e redução de gordura, em torno de ~7%, estando em conformidade com este estudo. Tiwari et al. (2015) estudaram o efeito da adição de inulina (0, 2, 4 e 6%) como substituto de gordura sobre a qualidade de sorvetes com baixos teores de gordura e reportaram que o aumento da concentração de inulina com concomitante decréscimo de creme de leite (0; 7,27; 14,89 e 23,11%) ocasionaram elevação dos valores de carboidratos de 25 a 32%, correspondendo a elevação de 28%, próxima à porcentagem de elevação desse nutriente constatada nos sorvetes de umbu-cajá deste trabalho, que foi de ~26%. Ndoye & Alvarez (2015) reportaram em sorvetes comerciais de baunilha da França, valores de carboidratos de 25% e 27,6%, teores estes próximos aos encontrados nos sorvetes caprinos de umbu-cajá.

Em virtude de ser um alimento essencialmente energético (DUTRA et al., 2010), pelos teores elevados de carboidratos e gorduras, os sorvetes de umbu-cajá apresentaram valores energéticos superiores a 150 kcal/100 g, com uma variação de 188,60 a 193,79

kcal/100 g. Foi possível verificar que o aumento da concentração de pó da polpa de umbu-cajá promoveu acréscimo significativo no dado de energia, com pequena elevação (~3%). Erkaya et al. (2012) observaram, ao produzirem e caracterizarem sorvetes de *Physalis peruviana* L. nas concentrações de 0, 5, 10 e 15%, com aumento do valor energético em torno de 14%, de 136 a 155,50 kcal/100 g, com a elevação dos níveis de fruta. Morzelle et al. (2012) caracterizaram sorvetes à base de frutos do cerrado e encontraram valores energéticos inferiores aos deste trabalho, com valores de 126,88 a 142,40 kcal/100 g respectivamente para as amostras saborizadas com pequi e curriola. Souza et al. (2011b) estudaram a viabilidade da adição de *Lactobacillus casei* (LC-1) protegido com trealose e goma acácia em sorvetes, e encontraram valores energéticos de 144,88 a 247,84 kcal/100 g, com os sorvetes deste trabalho apresentando-se dentro da faixa encontrada pelos autores.

Na Tabela 4.73 estão dispostos os valores médios da acidez total titulável (ATT), pH, sólidos solúveis totais (SST) e relação SST/ATT dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com polpa de umbu-cajá em pó. Constatou-se que o aumento dos níveis de polpa de umbu-cajá em pó resultou em elevação significativa da ATT. Como foi utilizada fruta desidratada, os ácidos orgânicos do umbu-cajá, especialmente o ácido cítrico, foram concentrados no produto em pó, apresentando-se em níveis elevados. Logo, a adição da fruta em pó resultou em concomitante acréscimo de ácidos orgânicos nos sorvetes, o que promoveu elevação dos valores de ATT. Essas observações estão de acordo com Lamounier et al. (2015) que afirmaram que, em sorvetes, a ATT é um parâmetro influenciado pela fruta utilizada. Do ponto de vista industrial, a elevação da ATT pode ser interessante, haja vista que maiores teores de ácidos presentes diminuem a necessidade de adição de acidificantes e propicia melhoria na segurança alimentar (LAMOUNIER et al., 2015) pelo abaixamento do pH. Erkaya et al. (2012) estudaram as características físico-químicas de sorvetes adicionados de diferentes concentrações de *P. peruviana* L. (0, 5, 10 e 15%) e constataram comportamento coerente ao observado nos sorvetes de umbu-cajá, com elevação da acidez titulável em torno de 51%. No estudo de Çakmakc et al. (2015a) foi observado elevação dos teores de ATT em sorvetes elaborados com farinha e casca de *E. angustifolia* L. nas concentrações de 0, 1, 2 e 3%, com os gelados comestíveis processados com as concentrações mais elevadas de farinha e casca revelando elevações de 40 e 48%, respectivamente. Santos & Silva (2012) desenvolveram sorvetes de mangaba preparados com substitutos de gordura e açúcar, e evidenciaram teores de ATT de 5,28 a 6,40%, próximos aos registrados nos sorvetes de umbu-cajá. Paulinelli et al. (2015) produziram sorvete com 20% de polpa de mirtilo e enriquecido com 3% de semente de

chia e constataram ATT superior aos sorvetes prebióticos de umbu-cajá, com valor absoluto de 1,02%.

**Tabela 4.73** - Resultados médios da acidez total titulável (ATT), pH, sólidos solúveis totais (SST) e relação SST/ATT dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá em diferentes concentrações

Formulação	ATT (%)	pH	SST (°Brix)	Relação SST/ATT
<b>F1</b>	0,36 ± 0,01 e	6,31 ± 0,01 a	28,33 ± 0,58 e	77,98 ± 0,35 a
<b>F2</b>	0,49 ± 0,01 d	5,68 ± 0,01 b	30,33 ± 0,29 d	62,34 ± 1,16 b
<b>F3</b>	0,61 ± 0,01 c	5,06 ± 0,01 c	31,67 ± 0,29 c	51,92 ± 0,87 c
<b>F4</b>	0,78 ± 0,01 b	4,58 ± 0,01 d	33,92 ± 0,14 b	43,49 ± 0,88 d
<b>F5</b>	0,91 ± 0,01 a	4,26 ± 0,01 e	36,25 ± 0,25 a	39,84 ± 0,39 e
<b>MG</b>	0,63	5,18	32,10	55,11
<b>DMS</b>	0,0230	0,0269	0,9190	2,1327
<b>CV (%)</b>	1,36	0,19	1,06	1,44
<b>Teste F</b>	1973,41**	20607,60**	244,41**	1138,17**

F1, F2, F3, F4 e F5 - Sorvetes com respectivamente 2, 4, 6, 8 e 10% de polpa de umbu-cajá em pó; ATT - Acidez total titulável em ácido cítrico; SST - Sólidos solúveis totais; MG - Média geral; DMS - Desvio médio significativo; CV - Coeficiente de variação; Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; \*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Os valores de pH apresentaram-se inversamente relacionados com a ATT, reduzindo com o aumento da concentração de polpa de umbu-cajá em pó, o que já era esperado, já que os ácidos orgânicos provenientes da fruta aumentam a concentração de íons hidrogênio ( $H^+$ ) nos sorvetes e, por consequência, promove, redução do potencial hidrogeniônico, apesar da ação tamponante das proteínas do leite (KAVAZ et al., 2015). Sorvetes sem adições de frutas apresentam pH próximos ao do leite (ÇAKMAKÇ et al., 2015a; KAVAZ et al., 2015; LAMOUNIER et al., 2015; YUKSEL, 2015; ERKAYA et al., 2012). Logo, amostras com pH mais baixos são devido, principalmente, a adição de frutas. De acordo com a classificação proposta por Franco & Landgraf (2003), os sorvetes formulados com 2 a 8% de pó de umbu-cajá foram classificados como de baixa acidez, por ter apresentado pH superior a 4,5, enquanto que o gelado comestível F5, desenvolvido com 10% de polpa de umbu-cajá desidratada, foi classificado como ácido por ter revelado pH compreendido entre 4,0 e 4,5. Ao desenvolver sorvetes processados com diferentes

concentrações de *Prunus spinosa* L. (0, 5, 10 e 15%), Yuksel (2015) observou redução dos valores de pH de 6,60 a 5,07, justificado pelo autor pela presença natural de ácidos orgânicos no fruto utilizado, estando em acordo com o constatado nos sorvetes de umbu-cajá. No estudo de Santos & Silva (2012) foram reportados valores de pH semelhantes aos sorvetes de umbu-cajá com maiores níveis de adição de fruta desidratada (F4 e F5), ao produzirem sorvetes de mangaba preparados com substitutos de gordura e açúcar, com valores de pH de 4,50 a 4,94. De igual forma, Silva et al. (2010a) produziram sorvetes caprinos de maracujá elaborados com duas diferentes fontes de gordura (vegetal hidrogenada e um substituto de gordura livre de ácidos graxos trans) e encontraram dados de pH de 4,42 e 4,65.

Os SST foram elevados significativamente nos sorvetes probióticos, à medida que os níveis de polpa de umbu-cajá em pó eram aumentados, relacionado diretamente aos teores de sólidos totais que foram concentrados. De acordo com Paulinelli et al. (2015), o valor de SST elevado pode ser devido às várias fontes de açúcar adicionadas nas formulações como a própria sacarose, a polpa de fruta e também o leite. Vale destacar, que um elevado teor de SST pode influenciar na aceitação do produto, pois está diretamente relacionado com o sabor. Silva et al. (2015b) desenvolveram sorvetes com leite de cabra potencialmente probióticos, adicionados da bactéria *Bifidobacterium animalis* subsp. lactis BLC1, e constataram teor de SST de 36,2 °Brix, semelhante ao sorvete probiótico adicionado de 10% de polpa de umbu-cajá em pó (F5). Ao desenvolverem sorvete de mirtilo enriquecido com semente de chia, Paulinelli et al. (2015) encontraram valor de SST próximo a faixa de variação encontrada neste trabalho, com 26,0 °Brix. Igualmente, Morzelle et al. (2012) analisaram sorvetes à base de frutos do cerrado e reportaram SST de 28,5 °Brix para a amostra adicionada de curriola a 29,75 °Brix para o sorvete saborizado com mangaba. Silva et al. (2010a) relataram SST de 33,28 °Brix e 39,52 °Brix em sorvetes de leite sabor maracujá formulados com duas diferentes fontes de gordura, uma vegetal hidrogenada e a outra um substituto de gordura livre de ácidos graxos trans, respectivamente.

Apesar de elevação dos SST dos sorvetes caprinos com o aumento da concentração de polpa de umbu-cajá, observou-se que a relação SST/ATT foi progressivamente diminuída, atingindo um total de redução de ~49% comparando-se os extremos das formulações. Isso indica que a sensação de doçura foi reduzida, em virtude do acréscimo mais acentuado da acidez em comparação aos sólidos em solução. Valores elevados para a relação SST/ATT foram reportados por Santana et al. (2003) ao utilizarem cinco genótipos

melhorados de mamão no processamento de sorvetes, com dados de 259,09 a 293,09. Por sua vez, Silva et al. (2010a) encontraram, para a mesma relação, resultados mais próximos aos dos sorvetes de umbu-cajá, com uma variação de 39,62 a 45,32 em sorvetes caprinos de maracujá processados com duas diferentes fontes de gordura.

Estão apresentados na Tabela 4.74 os valores médios dos teores de açúcares totais, redutores e não redutores dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com polpa de umbu-cajá em pó. Os açúcares totais aumentaram significativamente com o aumento dos níveis de polpa de umbu-cajá em pó, relacionado à utilização de ingrediente concentrado em hidratos de carbono, com valores sendo elevados de 17,60 a 22,32% de glicose, com ~27% de incremento neste constituinte. De acordo com Morzelle et al. (2012) e Pazianotti et al. (2010), os açúcares contribuem para a redução do ponto de congelamento, aumento da viscosidade e cremosidade, além de aumentar o sabor e a fixação de compostos aromáticos. O açúcar mais comum utilizado em sorvetes é a sacarose, mas a lactose está presente em sorvetes lácteos, uma vez que é o açúcar encontrado apenas no leite (SABATINI et al., 2011). Ndoye & Alvarez (2015) relataram, em sorvetes de baunilha comercializados na França, teores de açúcares totais de 22,9 e 24,5%, correspondendo a cerca de 92 e 89% do total de carboidratos. Silva et al. (2010a) desenvolveram duas formulações experimentais de sorvete caprino de maracujá elaborados com duas diferentes fontes de gordura, gordura vegetal hidrogenada e um substituto de gordura livre de ácidos graxos trans, e reportaram teores de açúcares totais inferiores, correspondendo a 10,75 e 14,04%, respectivamente.

Observou-se que os teores de açúcares redutores foram elevados significativamente com o aumento da concentração do pó de umbu-cajá, com valores variando de 5,45% a 16,03%, respectivamente para os sorvetes com 2 (F1) e 10% (F5) com polpa de umbu-cajá em pó. Isso já era esperado, uma vez que frutas são boas fontes de açúcares simples e, quando em pó, apresentam todos os constituintes químicos concentrados, inclusive os açúcares redutores, de modo a aumentar esses teores em produtos alimentícios em que são adicionados. Silveira et al. (2009) pesquisaram a qualidade físico-química de sorvetes do tipo tapioca adquiridos em diferentes fábricas na cidade de Fortaleza-CE, e constataram teores de açúcares redutores de 0,23 a 2,46%, correspondendo a ~6 e ~27% dos açúcares totais, sendo inferiores aos encontrados nos gelados comestíveis prebióticos de umbu-cajá. No presente estudo, observou-se que as proporções percentuais de açúcares redutores em relação aos açúcares totais foram progressivamente aumentadas, saltando de ~31% no

sorvete formulado com 2% de pó de umbu-cajá (F1) para ~72% na amostra adicionada de 10% do referido fruto desidratado (F5).

**Tabela 4.74** - Resultados médios dos teores de açúcares totais, redutores e não redutores dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá em diferentes concentrações

Formulação	Açúcares totais em glicose (%)	Açúcares redutores em glicose (%)	Açúcares não redutores em sacarose (%)
<b>F1</b>	17,60 ± 0,14 e	5,45 ± 0,02 e	11,54 ± 0,13 a
<b>F2</b>	19,15 ± 0,16 d	7,74 ± 0,05 d	10,84 ± 0,16 b
<b>F3</b>	20,23 ± 0,18 c	10,55 ± 0,09 c	9,20 ± 0,11 c
<b>F4</b>	21,22 ± 0,20 b	13,26 ± 0,08 b	7,56 ± 0,12 d
<b>F5</b>	22,32 ± 0,22 a	16,03 ± 0,12 a	5,97 ± 0,28 e
<b>MG</b>	20,10	10,61	9,02
<b>DMS</b>	0,4904	0,2036	0,4638
<b>CV (%)</b>	0,91	0,71	1,92
<b>Teste F</b>	301,35**	9328,43**	533,12**

F1, F2, F3, F4 e F5 - Sorvetes com respectivamente 2, 4, 6, 8 e 10% de polpa de umbu-cajá em pó; MG - Média geral; DMS - Desvio médio significativo; CV - Coeficiente de variação; Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; \*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Os açúcares não redutores foram reduzidos significativamente à medida que a concentração de polpa de umbu-cajá aumentava, relacionado, principalmente, à elevação dos açúcares redutores. Também deve ser considerado que a adição de polpa de umbu-cajá em pó elevou a ATT da calda de sorvete e, no momento do tratamento térmico, a maior proporção de ácidos orgânicos pode ter acelerado a inversão da sacarose, de modo a aumentar os teores de açúcares simples e reduzir, conseqüentemente, aquele dissacarídeo. Os valores de açúcares não redutores variaram de 11,54 a 5,97% de sacarose, correspondendo a aproximadamente a ~66% a 27% do total de açúcares, respectivamente. Ao estudarem a qualidade físico-química de sorvetes do tipo tapioca adquiridos em diferentes fábricas na cidade de Fortaleza-CE, Silveira et al. (2009) relataram valores de açúcares não redutores de 6,78 a 9,42%, com esses teores próximos aos encontrados neste trabalho.

Podem ser observados na Tabela 4.75 os valores médios dos teores de ácido ascórbico, teste de derretimento e *overrun* dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com

polpa de umbu-cajá em pó. O ácido ascórbico foi significativamente afetado pela adição do pó de umbu-cajá, com acréscimo de em torno de 140% na formulação com 10% de fruta desidratada (F5). No estudo de Çakmakc et al. (2015b) foi reportado que o aumento da concentração de *F. margarita* (0, 5, 10 e 15%) promoveu elevação do ácido ascórbico dos sorvetes processados, com teores elevando de <6,0 a 13,40 mg/100 g, corroborando portanto com os resultados deste estudo. Os valores encontrados para esse teor ficaram compreendidos entre 4,24 a 10,18 mg/100 g, sendo relativamente baixos em comparação aos resultados de Santana et al. (2003) em sorvetes de mamão, com valores de 23,30 a 49,00 mg/100 g, relacionado provavelmente ao tratamento térmico aplicado à calda de sorvete, o que pode ter acelerado a oxidação do ácido ascórbico para ácido dehidroascórbico, seguido pela hidrólise a ácido 2,3-dicetogulônico e para outros componentes nutricionalmente inativos (GREGORY, 1996). Além disso, a degradação do ácido ascórbico pode ter sido favorecido pelo ar incorporado no processo de emulsificação (GRANATO et al., 2010).

**Tabela 4.75** - Resultados médios de ácido ascórbico, teste de derretimento e overrun dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá em diferentes concentrações

<b>Formulação</b>	<b>Ácido ascórbico (mg/100 g)</b>	<b>Teste de derretimento (min)</b>	<b>Overrun (%)</b>
<b>F1</b>	4,24 ± 0,02 e	25,22 ± 0,19 e	103,53 ± 0,97 a
<b>F2</b>	5,08 ± 0,01 d	28,04 ± 0,23 d	97,75 ± 1,02 b
<b>F3</b>	6,79 ± 0,02 c	30,21 ± 0,34 c	94,61 ± 0,36 c
<b>F4</b>	8,48 ± 0,02 b	32,13 ± 0,15 b	92,29 ± 0,58 c
<b>F5</b>	10,18 ± 0,03 a	34,10 ± 0,33 a	87,63 ± 1,82 d
<b>MG</b>	6,95	29,94	95,16
<b>DMS</b>	0,0525	0,6965	2,8934
<b>CV (%)</b>	0,28	0,86	1,13
<b>Teste F</b>	46598,18**	538,23**	92,08**

F1, F2, F3, F4 e F5 - Sorvetes com respectivamente 2, 4, 6, 8 e 10% de polpa de umbu-cajá em pó; MG - Média geral; DMS - Desvio médio significativo; CV - Coeficiente de variação; Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; \*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

O teste de derretimento foi aumentado significativamente com a elevação da concentração de polpa de umbu-cajá em pó, passando de 25,22 min na formulação adicionada de 2% de fruta desidratada (F1) para 34,10 min no sorvete com 10% de pó de

umbu-cajá (F5), equivalendo a um acréscimo de 8,88 min ou ~35%. Yuksel (2015) e Kavaz et al. (2015) constataram comportamento similar ao produzirem sorvetes processados com diferentes concentrações de *Prunus spinosa* L. (0, 5, 10 e 15%) e uvas desidratadas previamente trituradas (0, 5, 10 15%), respectivamente, com aumento do tempo de fusão com a elevação das concentrações das frutas. Esse comportamento pode estar relacionado ao aumento da viscosidade das amostras que, por sua vez, é diretamente relacionado ao aumento de sólidos. Considerando-se que a elevação de sólidos promovido pela adição de ingrediente desidratado pode impedir o movimento das moléculas de água de forma livre (KAVAZ et al., 2015), era de se esperar que a adição de polpa de umbu-cajá em pó prolongasse o tempo de derretimento dos sorvetes, fenômeno também evidenciado por Yuksel (2015). Biasutti et al. (2013) ao pesquisarem o efeito da alta pressão de homogeneização da calda sobre as propriedades físicas e estruturais de sorvetes, observaram que os sorvetes menos viscosos tinham menor tempo de derretimento, enquanto que as amostras mais viscosas apresentaram maior tempo de fusão. Todavia, também deve ser considerado que a taxa de derretimento de sorvetes pode ser afetada por muitos outros fatores, incluindo a quantidade de ar incorporado, a natureza dos cristais de gelo e da rede de glóbulos de gordura formada durante congelamento (MUSE & HARTEL, 2004). Durante o derretimento, dois eventos principais acontecem: o derretimento dos cristais de gelo e o colapso da estrutura espumosa lipídica estabilizada. No entanto, mesmo após o derretimento do gelo, o sorvete não derrete completamente até que sua estrutura entre em colapso (BARBOSA et al., 2010).

Em relação ao *overrun*, que é a medida da quantidade de ar incorporado no produto e definido como um aumento no volume do sorvete (YUKSEL, 2015), pôde-se perceber redução significativa a medida que os níveis de umbu-cajá eram aumentados, o que pode refletir em alteração da textura do produto, já que a presença de ar favorece a obtenção de uma textura leve ao produto final (YUKSEL, 2015; LAMOUNIER et al., 2015), podendo ser influenciado pelos teores de proteínas, gorduras e hidrocolóides (JAVIDI et al., 2016) que foram alterados. De acordo com Paulinelli et al. (2015), o *overrun* também está relacionado ao rendimento, logo os sorvetes de umbu-cajá processados com as maiores concentrações de fruta desidratada detiveram os menores rendimentos. Neste trabalho, acredita-se que o *overrun* foi influenciado, principalmente, pela viscosidade da calda, uma vez que Çakmakc et al. (2015b) relataram que quanto maior a viscosidade da calda, menor a incorporação de ar durante o processo de batimento da mesma (ÇAKMAKC et al., 2015b). Essas observações corroboram com Paulinelli et al. (2015) que, ao desenvolverem

sorvete de mirtilo enriquecido com semente de chia, constataram que a semente de chia adicionada liberou uma goma extremamente viscosa que pode ter reduzido a água livre e conseqüentemente pode ter contribuído para redução do ar durante o batimento. Este comportamento foi evidenciado por Lamounier et al. (2015) em sorvetes enriquecidos com farinha de cascas de jaboticaba, em que o aumento da concentração desse ingrediente (0, 5 e 10%) promoveu redução do *overrun* de 88 para 77%, justificado pela obtenção formulações mais complexas do ponto de vista estrutural. Kavaz et al. (2015) também reportaram redução do *overrun* em sorvetes produzidos com uvas desidratadas adicionadas nos gelados comestíveis nas concentrações de 0, 5, 10 e 15%, com redução de cerca de 29% de incorporação de ar no nível mais elevado.

A redução do *overrun* também pode estar relacionado à redução da quantidade de leite de cabra devido a incorporação de maiores concentrações de pó de umbu-cajá, uma vez que Foegeding et al. (2002) afirmaram que as proteínas do soro têm a capacidade para estabilizar emulsões de espuma, além de favorecer a incorporação de ar. De acordo com Oliveira et al. (2005) valores acima de 100 são considerados altos para *overrun*, porém garantem maciez e suavidade à massa do sorvete. Warren & Hartel (2014) estudaram a composição química de sorvetes comercializados nos Estados Unidos e relataram *overrun* de 21,7 a 119%, com os dados deste trabalho enquadrados na faixa reportada pelos autores. No estudo de Souza et al. (2011b) foi encontrado *overrun* superior a 100, correspondendo a 106,25%, em sorvetes probióticos de creme, estando próximo a amostra F1, formulada de 2% de umbu-cajá em pó. Valor de *overrun* inferior foi relatado por Paulinelli et al. (2015) em sorvete de mirtilo enriquecido com semente de chia, com 71,91% de incorporação de ar.

Estão apresentados na Tabela 4.76 os valores médios dos parâmetros de cor dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com polpa de umbu-cajá em pó. Apesar de ter promovido ligeiro escurecimento, em torno de 8%, observou-se que todas as amostras de sorvetes apresentaram-se claras, com valores de luminosidade ( $L^*$ ) superiores a 80, com uma variação de 89,59 a 82,23. A redução da  $L^*$  atestada foi ocasionada pela coloração mais intensa do pó de umbu-cajá. Campos et al. (2016) desenvolveram sorvetes com mucilagem de sementes de chia para atuar como estabilizante e emulsificante e verificaram que a adição deste ingrediente (0, 1 e 2%) promoveu redução da  $L^*$  dos produtos, com a claridade sendo reduzida de 87,23 a 75,81. Contudo, o produto com maior adição de mucilagem ainda foi percebido como claro, corroborando com os dados desta pesquisa. Ao desenvolverem sorvetes elaborados com farinha e casca de *E. angustifolia* L. nas

concentrações de 0, 1, 2 e 3%, Çakmakc et al. (2015a) relataram escurecimento significativo nos gelados comestíveis, com redução da L\* em cerca de 9 e 14% para os produtos adicionados de 3% de farinha e casca, respectivamente.

**Tabela 4.76** - Resultados médios da avaliação colorimétrica dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá em diferentes concentrações

FM	Luminosidade (L*)	Intensidade de vermelho (+a*)	Intensidade de amarelo (+b*)	Ângulo de tonalidade (h*)	Croma (C*)
F1	89,59 ± 0,04 a	0,86 ± 0,03 e	8,79 ± 0,02 e	84,42 ± 0,18 a	8,84 ± 0,02 e
F2	87,82 ± 0,03 b	1,43 ± 0,02 d	11,17 ± 0,04 d	82,69 ± 0,10 b	11,26 ± 0,04 d
F3	85,52 ± 0,04 c	2,07 ± 0,01 c	13,78 ± 0,05 c	81,46 ± 0,05 c	13,94 ± 0,05 c
F4	83,64 ± 0,15 d	2,43 ± 0,03 b	15,78 ± 0,03 b	81,23 ± 0,11 c	15,96 ± 0,03 b
F5	82,23 ± 0,09 e	3,01 ± 0,05 a	18,32 ± 0,13 a	80,66 ± 0,11 d	18,57 ± 0,14 a
MG	85,76	1,96	13,57	82,09	13,71
DMS	0,2268	0,0842	0,1835	0,3138	0,1838
CV (%)	0,10	1,60	0,50	0,14	0,50
Teste F	3793,86**	2168,12**	9036,30**	494,13**	9396,63**

FM - Formulação; F1, F2, F3, F4 e F5 - Sorvetes com respectivamente 2, 4, 6, 8 e 10% de polpa de umbu-cajá em pó; MG - Média geral; DMS - Desvio médio significativo; CV - Coeficiente de variação; Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; \*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

O aumento dos níveis de umbu-cajá em pó promoveu elevação significativa da intensidade de vermelho (+a\*) de 0,86 a 3,01, com incremento de quase ~250%, relacionado a incorporação de pigmentos vermelhos nos sorvetes. Este comportamento está em conformidade com Yuksel (2015) que reportou, ao produzir sorvetes adicionados de diferentes concentrações de *Prunus spinosa* L. (0, 5, 10 e 15%), elevação da componente a\* de -3,01 a 18,85, com o gelado comestível sem adição de fruta apresentado valor negativo para esta coordenada, indicando leve tonalidade verde comum em leite (Tabela 4.70), enquanto que as amostras com adições de frutas revelaram dados positivos para a coordenada a\*, indicando tonalidade vermelha que foi acentuada a medida que a concentração de fruta aumentava. De igual forma, Kavaz et al. (2015) verificaram, em sorvetes produzidos com uvas desidratadas previamente trituradas nas concentrações de 0, 5, 10 e 15%, aumento da concentração da componente a\* de -3,00 a 6,80, corroborando com os sorvetes prebióticos de umbu-cajá.

Observou-se que a tonalidade amarela (+b\*) apresentou-se predominante em relação à vermelha (+a\*) em qualquer formulação de sorvete, sendo que os valores dessa coordenada foram elevados significativamente com o aumento da concentração de umbu-cajá, em torno de 108%, passando de 8,79 para 18,32. Esse acréscimo é devido à presença de pigmentos carotenóides, que provavelmente estavam presentes em quantidades elevadas no pó de umbu-cajá devido ao processo de desidratação que promove elevação dos sólidos, inclusive de pigmentos. Çakmakc et al. (2015b) elaboraram sorvetes com diferentes concentrações de *F. margarita* (0, 5, 10 e 15%) e verificaram considerável elevação da coordenada +b\* de 9,66 para 17,88, correspondendo acréscimo de ~85%. Esta observação está em conformidade com o resultado deste trabalho. Todavia, para os sorvetes de umbu-cajá, foi constatado maior elevação da componente +b\*, correspondendo a ~108%, provavelmente relacionado a concentração de carotenóides, haja vista que foi utilizada fruta desidratada. No estudo de Morzelle et al. (2012) foi evidenciado valores de +b\* de 13,88, 16,71 e 19,77 em sorvetes à base dos frutos araticum, curriola e mangaba, respectivamente, estando próximo as valores dos sorvetes de umbu-cajá.

Em relação ao ângulo de tonalidade (h\*), todas as amostras apresentaram-se próximas a região do amarelo (h\* = 90°), o que já era esperado, já que o umbu-cajá apresenta uma forte coloração amarelada. Entretanto, pôde-se perceber que o aumento da concentração de pó de umbu-cajá promoveu ligeiro deslocamento do h\*, com redução em torno de 4,5%, relacionado à elevação mais acentuada para a coordenada +a\* em relação a componente +b\*, quando os parâmetros são analisados em termos percentuais. O croma (C\*) foi elevado significativamente com acréscimos de polpa de umbu-cajá em pó, passando de de 8,84 a 18,57, correspondendo a um aumento de ~110%. Ao produzirem sorvetes com diferentes concentrações de *F. margarita* (0, 5, 10 e 15%), Çakmakc et al. (2015b) reportaram comportamento semelhante ao verificado para os sorvetes prebióticos de umbu-cajá, com aumento significativo do C\* de 10,05 a 18,01.

Na Tabela 4.77 estão dispostos os valores médios da análise do perfil de textura (TPA) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com polpa de umbu-cajá em pó. Observou-se que a dureza aumentou significativamente com incrementos de pó de umbu-cajá, em torno de 26%, com valores oscilando entre 130,65 N a 164,29 N, indicando necessidade de maior força de compressão para produzir certa deformação ao comprimir o sorvete prebiótico entre a língua e o palato. A polpa de umbu-cajá em pó possui quantidade elevada de ácidos orgânicos, especialmente o cítrico, e, quando adicionado à calda de sorvete, promove redução do pH do produto de modo a favorecer a precipitação ácida da

caseína, que se dá quando o pH atinge o ponto isoelétrico, que em torno de 4,6 (ROMAN & SGARBIERI, 2005). A provável precipitação da caseína, que promove alteração da viscosidade, associada com o aumento dos sólidos totais pode ter favorecido a elevação da dureza dos sorvetes com elevação dos níveis de umbu-cajá. A redução dos lipídeos também pode ter favorecido ao aumento da dureza, visto que este nutriente está relacionado a uma textura mais macia. Este fenômeno foi relatado por Javidi et al. (2016) ao estudarem a influência da goma de semente de manjerição sobre as características de qualidade de sorvetes de baixo teor de gordura, com aumento da dureza com a diminuição dos teores de lipídeos. No estudo de Campos et al. (2016) foi reportado tendência de elevação dos valores de dureza, ainda que não significativa, ao adicionarem mucilagem de sementes de chia nas concentrações de 0, 1 e 2% em sorvetes.

**Tabela 4.77** - Resultados médios da análise do perfil de textura (TPA) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá em diferentes concentrações

FM	Dureza (N)	Adesividade (N/s)	Elasticidade	Gomosidade (N)	MTG (N)
F1	130,65 ± 1,32 e	0,829 ± 0,017 a	1,00 ± 0,00 a	22,34 ± 0,12 e	22,35 ± 0,12 e
F2	135,43 ± 1,11 d	0,731 ± 0,018 b	1,00 ± 0,00 a	28,84 ± 0,80 d	28,84 ± 0,80 d
F3	148,13 ± 1,75 c	0,689 ± 0,019 b	1,00 ± 0,00 a	33,04 ± 0,87 c	33,06 ± 0,87 c
F4	153,52 ± 0,95 b	0,441 ± 0,017 c	1,00 ± 0,00 a	36,10 ± 0,17 b	36,10 ± 0,17 b
F5	164,29 ± 2,20 a	0,393 ± 0,007 d	1,00 ± 0,00 a	53,35 ± 0,26 a	53,36 ± 0,26 a
MG	146,40	0,617	1,0	34,73	34,74
DMS	4,1332	0,0440	0,0037	1,4804	1,4804
CV (%)	1,05	2,65	0,14	1,58	1,58
Teste F	235,88**	405,27**	0,63 ns	1336,84**	1337,16**

FM – Formulação; F1, F2, F3, F4 e F5 - Sorvetes com respectivamente 2, 4, 6, 8 e 10% de polpa de umbu-cajá em pó; MTG - Mastigabilidade; MG - Média geral; DMS - Desvio médio significativo; CV - Coeficiente de variação; Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; \*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

A adesividade, que é definida como o trabalho necessário para vencer a força de atração entre a superfície do produto alimentar e a superfície de outros materiais os quais o alimento entra em contato (CLARKE, 2004), foi reduzida com o aumento da concentração de polpa de umbu-cajá em pó, podendo estar relacionado com a redução do teor de gordura pela adição de ingrediente composto em sua maior parte por carboidratos, visto que era um produto desidratado de fruta. Comportamento similar foi reportado por Valle et al. (2004) em queijo tipo mozzarella, em que houve redução da adesividade com decréscimos dos

níveis de gordura de 3,5% a 2,0%. Para os sorvetes de umbu-cajá houve redução da adesividade de 0,829 a 0,393 N/s, com cerca de ~53% de decréscimo. Não houve alteração nos valores de elasticidade, indicando que todos os sorvetes de umbu-cajá processados possuem a mesma velocidade de retorno a condição não deformada, depois que a força de deformação é removida antes da segunda compressão (DUTCOSKY, 2013; BOURNE, 1978). A gomosidade, que é a energia requerida para desintegrar um alimento semissólido até a deglutição (DUTCOSKY, 2013), foi aumentada com incrementos de polpa de umbu-cajá em pó, com valores variando de 22,34 (F1) a 53,35 N (F5), o que equivale a um acréscimo de ~139%, estando relacionado ao aumento de sólidos totais, visto que Paula et al. (2010) relataram que em valores elevados de sólidos totais os sorvetes podem se tornar pesados e gomosos. Silva et al. (2013) estudaram a influência do tipo de leite (cabra saanen, cabra pardo-alpina e vaca holandesa) nos parâmetros de textura de sorvete e relataram valores de gomosidade de 16,40 a 30,88 N, estando próximos aos sorvetes de umbu-cajá. Verificou-se que a mastigabilidade, assim como a gomosidade, apresentou correlação com a dureza, sendo aumentada com incrementos da concentração de polpa de umbu-cajá em pó, indicando que houve elevação da energia requerida para mastigar um alimento sólido para deglutição (BOURNE, 1978). Esse fenômeno foi relatado em outros gêneros alimentícios, como doces em massa de banana (SILVA & RAMOS, 2009), pão de queijo de ricota (PEREIRA et al., 2010), requeijão (SILVA et al., 2012), entre outros.

#### **4.10 - Caracterização microbiológica dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com polpa de umbu-cajá em pó**

Está apresentado na Tabela 4.78 o resultado da caracterização microbiológica dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com polpa de umbu-cajá em pó. Observou-se que todos os parâmetros investigados apresentaram-se em conformidade com a legislação brasileira (BRASIL, 2001), que trata dos padrões de identidade e qualidade de gelados comestíveis e produtos para o preparo de gelados comestíveis. Resultados similares foram reportados por Seolin et al. (2013) em sorvetes de cappuccino com substituição parcial e total da sacarose por frutooligosacarídeo, Santos & Silva (2012) em sorvetes de mangaba preparados com substitutos de gordura e açúcar e Morzelle et al. (2012) em sorvetes à base de frutos do cerrado.

**Tabela 4.78** - Caracterização microbiológica dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá em diferentes concentrações

Parâmetro	Formulação				
	F1	F2	F3	F4	F5
Coliformes totais (NMP/g)	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Coliformes termotolerantes (NMP/g)	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Bolores e Leveduras (UFC/g)	< 1,0×10 <sup>1</sup>	< 1,0 × 10 <sup>1</sup>	< 1,0×10 <sup>1</sup>	< 1,0×10 <sup>1</sup>	< 1,0×10 <sup>1</sup>
<i>Salmonella</i> sp.	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
<i>Staphylococcus</i> coagulase positivo (UFC/g)	< 1,0×10 <sup>1</sup>	< 1,0 × 10 <sup>1</sup>	< 1,0×10 <sup>1</sup>	< 1,0×10 <sup>1</sup>	< 1,0×10 <sup>1</sup>

F1, F2, F3, F4 e F5 - Sorvetes com respectivamente 2, 4, 6, 8 e 10% de polpa de umbu-cajá em pó.

Por serem bons indicadores das condições sanitárias, a determinação do número mais provável de coliformes totais e termotolerantes são importantes em sorvetes (MORZELLE et al., 2012). Pazianotti et al. (2010) destacaram que essa contaminação de sorvetes pode ser originária da utilização de leite com qualidade insatisfatória e aplicação de tratamento térmico não eficiente. Além disso, os equipamentos e utensílios utilizados no processo também são pontos críticos de contaminação, especialmente a cruzada. Nos sorvetes de umbu-cajá a baixa contagem de bactérias do grupo coliformes se deve, principalmente, à utilização de matérias-primas de boa qualidade, como leite caprino e creme de leite UHT, aplicação de pasteurização com observância do binômio tempo × temperatura, além da adoção das boas práticas de fabricação no processamento e cuidados na armazenagem. No estudo de Silveira et al. (2009) foi evidenciado ausência de bactérias do grupo coliformes em sorvetes do tipo tapioca adquiridos em diferentes fábricas na cidade de Fortaleza-CE, estando em acordo com o observado para os sorvetes deste trabalho. Em contrapartida, Pazianotti et al. (2010) reportaram contaminação por coliformes totais e termotolerantes em sorvetes artesanais e industriais comercializados na região de Araçuaia-PR.

Devido à baixa resistência térmica, os bolores e leveduras estão raramente associados a processos de deterioração de produtos que sofreram tratamento térmico. Entretanto, deve-se considerar a existência de algumas espécies termorresistentes de fungos deterioradores (TOREZAN & PEZOA, 2000). Neste trabalho a aplicação de tratamento térmico garantiu a destruição de possíveis cepas de fungos, estando em conformidade com Santos et al. (2013) que observaram que a aplicação de métodos de conservação combinados garantiram a qualidade microbiológica da polpa de umbu-cajá, não sendo detectado bolores e leveduras nas amostras avaliadas, inclusive durante o armazenamento de 90 dias. Souza et al. (2015) realizaram análise microbiológica de sorvetes *self-service* sabor chocolate na cidade de Sinop, MT, e verificaram que não houve crescimento de bolores e leveduras em todas as amostras de sorvetes analisadas, estando em conformidade com os sorvetes de umbu-cajá. Apesar da legislação não fornecer limites de contagem para bolores e leveduras em sorvetes, a detecção desse grupo de micro-organismos é importante do ponto de vista de segurança alimentar, visto que os bolores podem sintetizar as micotoxinas. Todavia, deve ser considerado que o sorvete, por ser comercializado congelado, apresenta riscos toxicológicos em relação às micotoxinas produzidos por fungos psicrotróficos.

Paulinelli et al. (2015) reportaram ausência de *Salmonella* em sorvete produzido com polpa de mirtilo e semente de chia, estando coerente com os resultados desse trabalho. De igual forma Pooran et al. (2012) não detectaram a presença de *Salmonella* em 115 amostras de sorvetes comercializados na República de Trindade e Tobago. Resultados diferentes foram citados por Yüksel & Yüksel (2015) ao estudarem a qualidade microbiológica de 55 amostras de sorvetes comercializados na Turquia, com 2 sorvetes revelando presença de *Salmonella*, estando em desacordo com as normas daquele país que recomendam ausência deste micro-organismo em sorvetes. Os autores reportaram que esses resultados foram devidos, provavelmente, às condições higiênico-sanitárias insatisfatórias durante o processamento, armazenamento, manipulação e procedimentos de comercialização.

Güçüköglü et al. (2013) estudaram a qualidade microbiológica de 100 amostras de sorvetes (56 a base de frutas, 32 de baunilha e 12 de chocolate) coletados em Samsun, Turquia, e constataram presença de *Staphylococcus* coagulase positivo em 18 sorvetes de frutas, 4 sorvetes de baunilha e 1 sorvete de chocolate, com contagens de  $2,0 \times 10^2$  a  $4,0 \times 10^3$  UFC/g nas 23 amostras que apresentaram contagem. Yüksel & Yüksel (2015) destacaram que a presença de *S. aureus* em sorvetes é provavelmente devido a fatores

relacionados à qualidade do leite e ingredientes, a higiene dos manipuladores e utensílios, as práticas de produção e pós-produção e as condições de armazenamento. Como este micro-organismo não foi detectado nos sorvetes de umbu-cajá, fica subentendido que houve atenção em relação a escolha das matérias-primas e especialmente a questões ligadas a manipulação da calda do sorvete após o processo de pasteurização.

#### **4.11 – Análise sensorial dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com polpa de umbu-cajá em pó**

Nas Tabelas G.1 a G.6, Apêndice G, estão apresentadas as análises de variância dos atributos sensoriais dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com polpa de umbu-cajá em pó. Constatou-se que os atributos de cor, aparência e textura revelaram efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, indicando que modificações nas concentrações de pó de umbu-cajá promoveram alterações sensoriais capazes de serem percebidas pelos julgadores. Os atributos sensoriais de odor, sabor e impressão global não revelaram efeito significativo pelo teste F, apesar de terem apresentado tendência de elevação de escore, como será abordado posteriormente.

Todos os 60 participantes dos testes sensoriais declararam-se consumidores de sorvetes, sendo que 3,33% consomem diariamente, 51,67% consomem semanalmente, 41,67% relataram consumir mensalmente e 3,33% consomem anualmente. Embora a região Nordeste do Brasil possua o maior rebanho de caprinos do país (QUEIROGA et al., 2011), correspondendo a mais de 90% da população caprina, e a Paraíba seja o maior Estado produtor de leite de cabra da região (OLIVEIRA et al., 2011b), observou-se que 48,33% dos entrevistados nunca consumiram leite caprino. O consumo de produtos lácteos a base de leite de cabra ainda é muito restrito, levando-se em conta a amostragem deste estudo. Dentre os julgadores, 3,33% declararam consumir derivados caprinos semanalmente, 8,33% consomem mensalmente, 15,0% consomem anualmente e 73,34% informaram que nunca consumiram produtos lácteos processados com leite de cabra. Do montante que nunca consumiu derivados de leite caprino, 79,55% responderam que consumiria caso houvesse disponibilidade dos produtos a um preço justo. Isso evidencia o potencial de inserção de derivados lácteos caprinos no setor alimentício, inclusive de gelados comestíveis como os sorvetes, visto que são consumidos e apreciados pela maior parte da população brasileira.

Têm-se na Tabela 4.79 os dados da análise sensorial realizada nos sorvetes prebióticos de leite de cabra com polpa de umbu-cajá em pó. Os sorvetes processados alcançaram valores médios, para o atributo de cor, correspondentes aos termos da escala hedônica variando entre "gostei ligeiramente" e "gostei muito", sendo observada elevação significativa das notas atribuídas pelos provadores à medida que a concentração de umbu-cajá aumentava o que já era esperado, visto que o produto adquiriu tonalidade de cor mais próxima a da fruta. Yuksel (2015) evidenciou comportamento similar ao produzirem sorvetes adicionados de diferentes concentrações de *P. spinosa* L. (5, 10 e 15%), com aumento significativo dos escores do atributo de cor de 6,70 para 8,02 ao aumentarem a concentração de polpa de fruta. A partir do sorvete F3, formulado com 6% de pó de umbu-cajá, percebeu-se que a cor sensorial manteve-se estatisticamente estável, apesar de tendência de aumento dos escores a medida que se adicionava fruta em pó. Isso pode indicar maior preferência por sorvetes de colocação mais vivas. Uma alternativa para se tentar melhorar o atributo de cor, independente do nível de adição de polpa desidratada, seria a adição de corantes alimentícios naturais, assim como proposto por Campos et al. (2016), já que consumidores em geral associam a coloração de sorvetes com a fruta utilizada como saborizante.

**Tabela 4.79** - Resultados médios da análise sensorial dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá em diferentes concentrações

Formulação	Cor	Aparência	Odor	Textura	Sabor	Impressão global
<b>F1</b>	6,92 c	6,97 b	6,53 a	6,92 b	6,75 a	6,93 a
<b>F2</b>	7,22 bc	7,37 ab	6,62 a	7,37 ab	6,85 a	6,93 a
<b>F3</b>	7,70 ab	7,47 ab	6,92 a	7,90 a	7,13 a	7,43 a
<b>F4</b>	7,77 ab	7,82 ab	6,68 a	7,73 a	7,05 a	7,25 a
<b>F5</b>	7,95 a	7,85 a	6,90 a	7,77 a	7,07 a	7,40 a
<b>MG</b>	7,51	7,49	6,73	7,54	6,97	7,19
<b>DMS</b>	0,6408	0,6071	0,7771	0,6627	0,8603	0,7130
<b>CV (%)</b>	17,04	16,18	23,05	17,55	24,64	19,80
<b>Teste F</b>	6,72**	5,37**	0,73 ns	5,46**	0,53 ns	1,77 ns

F1, F2, F3, F4 e F5 - Sorvetes com respectivamente 2, 4, 6, 8 e 10% de polpa de umbu-cajá em pó; MTG - Mastigabilidade; MG - Média geral; DMS - Desvio médio significativo; CV - Coeficiente de variação; Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; \*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; ns - não significativo.

Verificou-se que o atributo de aparência foi afetado diretamente pela coloração dos sorvetes, já que todas as amostras foram servidas de igual forma e em quantidades padronizadas. No momento da realização da análise sensorial, provavelmente houve expectativa por parte dos julgadores por um produto com aspecto visual mais vivo e atrativo, aproximando-se do umbu-cajá, o que teria motivado a uma tendência de elevação das notas com os incrementos de polpa desidratada. Também deve ser considerado que o aumento da concentração de pó de umbu-cajá, que promoveu elevação dos sólidos e por consequência redução do teor de água, também pode ter repercutido nos resultados. Como os sorvetes apresentavam menor conteúdo de água, provavelmente houve menor formação de cristais de gelo, o que contribuiu positivamente na avaliação dos provadores ao melhorarem a aparência dos sorvetes. Essas observações corroboram com Paulinelli et al. (2015), que destacaram que a primeira impressão que se tem de um alimento é geralmente visual, sendo que, a aparência é um dos aspectos considerados fundamentais na qualidade e aceitação do produto. Lamounier et al. (2015) processaram sorvetes enriquecidos com farinha da casca da jabuticaba (0, 5 e 10%), com todas as amostras contendo 18% da polpa da fruta, e reportaram resultados divergentes com os sorvetes processados apresentando igualdade estatística para o atributo de aparência, provavelmente relacionada à padronização da polpa utilizada.

Dentre os atributos avaliados, o odor revelou os menores escores absolutos, com notas médias compreendidas entre 6,53 e 6,90. Isso representa uma avaliação hedônica situada entre os termos "gostei ligeiramente" e "gostei moderadamente", o que ainda evidencia uma boa aceitação, visto que o leite de cabra possui odor característico que motiva sua rejeição por algumas pessoas (MORGAN & GABORIT, 2001). Também deve ser considerado que a adição de fruta desidratada pode ter favorecido a obtenção de um aroma frutal mais agradável. As concentrações elevadas de gordura nas amostras de sorvetes provavelmente favoreceram a retenção de compostos aromáticos do umbu-cajá, uma vez que a maioria dos componentes de aroma é solúvel em gordura (JAVIDI et al., 2016). Ao produzirem iogurte com leite de cabra adicionado de 10, 15 e 20% de polpa de umbu, Marinho et al. (2012) evidenciaram comportamento similar ao deste trabalho, com igualdade estatística para o atributo de aroma, independente da concentração de fruta utilizada.

O atributo sensorial de textura foi significativamente afetado pela polpa de umbu-cajá em pó, com aumento significativo dos escores de 6,92 (F1) para 7,77 (F5), o que demonstra maior preferência por sorvetes caprinos adicionados de maiores níveis de fruta

lioofilizada (a partir de 4%), com tendência de elevação dos escores a medida que se aumentava a concentração de fruta desidratada. Isso pode estar relacionado ao aumento da cremosidade dos sorvetes, promovido pela elevação dos níveis de umbu-cajá em pó. Além disso, a redução do teor de água dos sorvetes, devido ao aumento de sólidos pela adição de pó de umbu-cajá, pode ter ocasionado um efeito positivo sobre a percepção sensorial da textura, uma vez que, por consequência, reduz a formação de cristais de gelo. Javidi et al. (2016) relataram, em sorvetes de baixo teor de gordura processados com diferentes concentrações de goma guar, goma de semente de manjerição e mistura de ambas as gomas na proporção de 1:1, que o aumento da concentração de goma promoveu elevação da cremosidade dos gelados comestíveis, que foi percebida através dos testes sensoriais. Os autores ainda reportaram correlação direta da cremosidade com a textura sensorial.

Observou-se que não houve diferença significativa entre as notas médias dos provadores em relação ao atributo sabor, apesar de tendência de elevação dos escores nas concentrações de umbu-cajá mais altas. Isso sugere que o sabor característico do leite de cabra, oriundo da presença dos ácidos graxos de cadeia curta (caprótico, caprílico e cáprico) (MORGAN & GABORIT, 2001), não repercutiu nos resultados dos provadores, provavelmente por ter sido parcialmente mascarado pela presença do umbu-cajá em pó. Os escores médios obtidos ficaram mais próximos ao termo hedônico "gostei moderadamente", sendo observada tendência de notas mais elevadas nos sorvetes processados com maiores concentrações de umbu-cajá (F3, F4 e F5). Ao desenvolverem sorvetes probióticos de leite de cabra adicionados de *Bifidobacterium animalis* subsp. lactis BLC1, Silva et al. (2015b) reportaram que a utilização de aromatizante de goiaba pode ter favorecido para obtenção de escores para o atributo de sabor superiores a 7,0, confirmando os resultados desta pesquisa. Também deve ser considerado que a dispersão das notas dos julgadores também pode ter influenciado a não significância dos resultados, uma vez que alguns avaliadores tiveram preferência pelos sorvetes com menores concentrações de fruta, enquanto outros optaram pelas amostras com níveis de umbu-cajá mais elevados.

Apesar de tendência crescente de elevação dos escores de impressão global dos sorvetes probióticos com incrementos de umbu-cajá em pó, notou-se que este atributo apresentou igualdade estatística em qualquer formulação avaliada, com notas médias mais aproximadas da avaliação hedônica de "gostei moderadamente". Kavaz et al. (2015) relataram comportamento semelhante em sorvetes produzidos com uvas desidratadas (0, 5, 10 e 15%), em que não houve diferença na impressão global, ainda que tenha sido reportado pelos autores diferença significativa para o atributo cor. No estudo de Yuksel

(2015) foi verificado que o atributo sensorial impressão global dos sorvetes de *P. spinosa* L. não foi significativamente afetado com o aumento da concentração da polpa da fruta (5, 10 e 15%), com escores para estas formulações variando de 7,07 a 7,52, comportamento coerente com o observado para os sorvetes de umbu-cajá.

Na Tabela 4.80 estão disponíveis as porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição atribuídas pelos julgadores dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com polpa de umbu-cajá em pó. Observou-se que o sorvete processado com a menor concentração de fruta em pó (F1) revelou a maior frequência de rejeição para todos os atributos sensoriais investigados, sendo que para a textura e impressão global os níveis de rejeição foram os mesmos aos constatados no sorvete elaborado com 4% de pó de umbu-cajá (F2). Dentre os atributos investigados, o sabor e odor detiveram as maiores rejeições, podendo ser justificados pelo sabor e odor característicos do leite de cabra, uma vez que estava presente em maior nível nesse sorvete. Além disso, a menor proporção de fruta promoveu descaracterização do produto, segundo avaliação dos julgadores, já que a intensidade de sabor e odor frutal é dependente das concentrações de fruta utilizadas. Em virtude disso, as frequências de indiferença foram mais elevadas nos sorvetes F1 e F2, adicionados respectivamente de 2 e 4% de fruta desidratada. As maiores frequências de aceitação foram verificadas nos sorvetes adicionados dos maiores níveis de polpa de umbu-cajá em pó, relacionado ao impacto visual, promovido pela coloração mais amarelada, além de melhorias no sabor, aroma e textura, a depender da concentração utilizada.

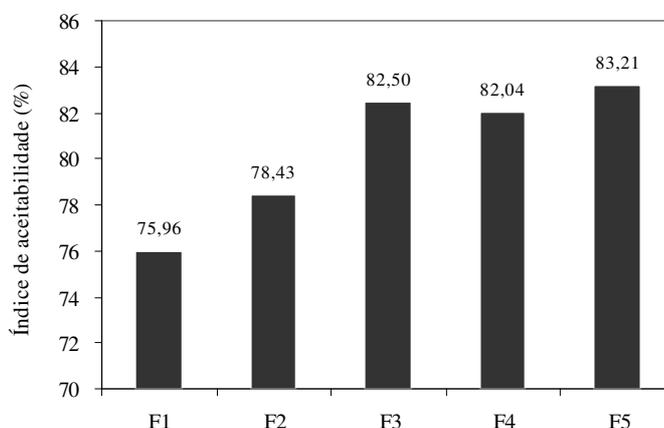
**Tabela 4.80** - Frequências de aceitação, indiferença e rejeição em relação aos atributos sensoriais dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Atributo	Intensidade	Formulação				
		F1	F2	F3	F4	F5
Cor	Aceitação (%)	85,0	88,33	96,67	96,67	96,67
	Indiferença (%)	5,0	8,33	3,33	3,33	3,33
	Rejeição (%)	10,0	3,34	0,0	0,0	0,0
Aparência	Aceitação (%)	83,33	90,0	91,67	96,67	96,67
	Indiferença (%)	10,0	8,33	8,33	3,33	3,33
	Rejeição (%)	6,67	1,67	0,0	0,0	0,0
Odor	Aceitação (%)	71,67	78,33	83,33	76,66	76,66
	Indiferença (%)	15,0	10,0	11,67	11,67	16,67
	Rejeição (%)	13,33	11,67	5,0	11,67	6,67
Textura	Aceitação (%)	86,66	91,66	96,67	96,67	95,0
	Indiferença (%)	6,67	1,67	3,33	3,33	1,67
	Rejeição (%)	6,67	6,67	0,0	0,0	3,33
Sabor	Aceitação (%)	78,33	83,34	85,0	85,0	81,66
	Indiferença (%)	5,0	8,33	6,67	5,0	6,67
	Rejeição (%)	16,67	8,33	8,33	10,0	11,67
Impressão global	Aceitação (%)	85,0	85,0	91,67	95,0	91,67
	Indiferença (%)	6,67	6,67	3,33	1,67	3,33
	Rejeição (%)	8,33	8,33	5,0	3,33	5,0

Obs: F1, F2, F3, F4 e F5 - Sorvetes com respectivamente 2, 4, 6, 8 e 10% de polpa de umbu-cajá em pó.

A Figura 4.9 apresenta os índices de aceitabilidade médios dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com polpa de umbu-cajá em pó. Verificou-se que os gelados comestíveis processados com as maiores concentrações de fruta desidratada revelaram índices de aceitabilidade superiores a 80%, demonstrando serem os preferidos pelos avaliadores. Contudo, vale salientar que os sorvetes adicionados dos menores níveis de umbu-cajá em pó também obtiveram índices de aceitabilidade satisfatórios, superiores a 70%, o que segundo Dutcosky (2013) é a porcentagem mínima para que um produto alimentício seja considerado aceito, em termos de suas características sensoriais. Paulinelli et al. (2015) desenvolveram sorvete com 20% de polpa de mirtilo e enriquecido com 3% de semente de chia, constando índice de aceitabilidade de 75,22%, enquanto que Silva et al. (2015b) ao

produzirem sorvetes com leite de cabra potencialmente probióticos adicionados da bactéria *B. animalis* subsp. lactis BLC1, evidenciaram índices de aceitabilidade de 86,67% e 80,28%. Em ambos os estudos, os valores reportados pelos autores foram semelhantes aos registrados neste trabalho.

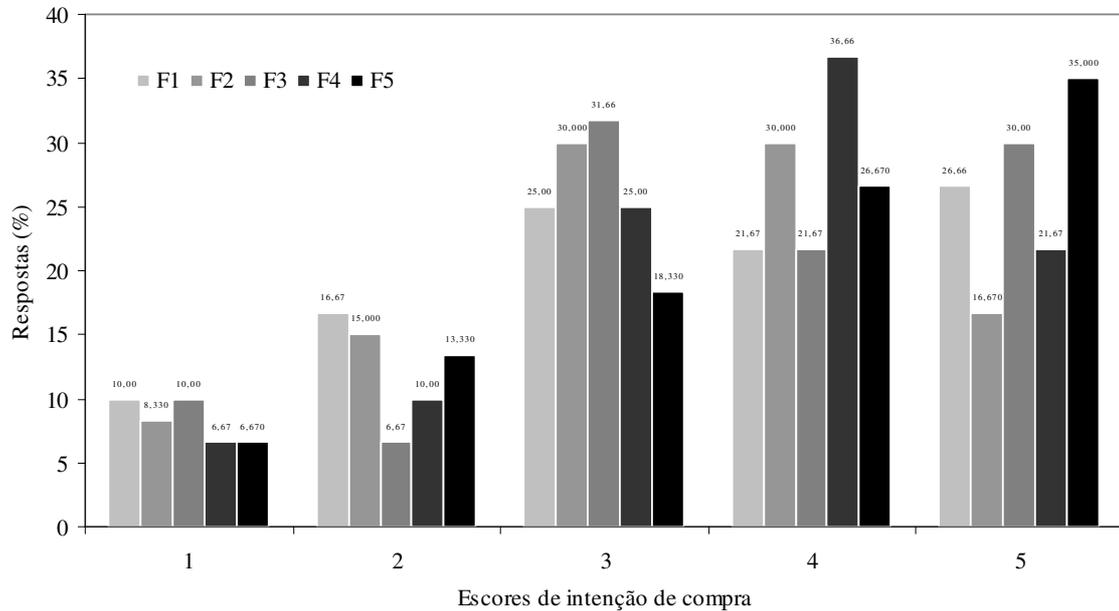


**Figura 4.9** - Índices de aceitabilidade dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Obs: F1, F2, F3, F4 e F5 - Sorvetes com respectivamente 2, 4, 6, 8 e 10% de polpa de umbu-cajá em pó.

A distribuição dos provadores pelos valores hedônicos para a intenção de compra dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com polpa de umbu-cajá em pó estão dispostos na Figura 4.10. Analisando-se as fichas de avaliação, perceberam-se que todos os sorvetes obtiveram intenção de compra satisfatória, sendo que a frequência positiva de compra apresentou tendência de elevação a medida que a concentração de polpa de umbu-cajá era igualmente aumentada. Para se ter uma idéia, 48,33 e 46,67% dos provadores assinalaram que provavelmente ou certamente comprariam (notas 4 e 5) os sorvetes processados com 2 (F1) e 4% (F2) de umbu-cajá desidratado, respectivamente. Por outro lado, 58,33 e 61,67% dos provadores informaram que provavelmente ou certamente comprariam os gelados comestíveis adicionados de 8 (F4) e 10% (F5) de umbu-cajá em pó, confirmando portanto, a maior preferência de consumo de amostras com características frutais mais intensas. Observou-se ainda que os sorvetes caprinos revelaram elevados níveis de incerteza (nota 3) para a intenção de compra, com valores compreendidos entre 18,33 e 31,66%, demonstrando que os julgadores aceitaram os gelados comestíveis, porém tem dúvidas quanto a sua aquisição. Isso é explicado por Paulinelli et al. (2015), em virtude dos sorvetes serem processados com leite de cabra, matéria-prima pouco consumida, portanto isto pode causar incerteza na hora da compra, uma vez que a grande maioria prefere

gelados comestíveis com sabor mais atenuado, como aqueles processados com leite bovino. Um fato que pode ajudar na compra destes produtos, é a conscientização da qualidade nutricional que os mesmos podem oferecer (PAULINELLI et al., 2015).



**Figura 4.10** - Distribuição dos provadores pelos valores hedônicos obtidos na avaliação de intenção de compra dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Obs: F1, F2, F3, F4 e F5 - Sorvetes com respectivamente 2, 4, 6, 8 e 10% de polpa de umbu-cajá em pó.

## 5 - CONCLUSÕES

✓ A polpa de umbu-cajá utilizada nos experimentos apresentou-se ácida, com elevado conteúdo de água, baixos valores de lipídeos e quantidades razoáveis de carboidratos, proteínas e cinzas;

✓ As polpas de umbu-cajá formuladas em pó com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica tiveram suas características físicas, químicas e físico-químicas alteradas com incrementos dos adjuvantes;

✓ As isotermas de adsorção de água a 30 °C do umbu-cajá em pó com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica foram classificadas como do tipo III. Dentre os modelos matemáticos testados, os de GAB e Oswin propiciaram bons ajustes aos dados experimentais, podendo ser utilizados na predição do fenômeno investigado, sendo que a equação de GAB apresentou os maiores coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e os menores erros médios relativos (P) para a maioria das amostras estudadas;

✓ As características físicas, químicas e físico-químicas dos pós de umbu-cajá formulados com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica foram alteradas significativamente ao longo de 180 dias de armazenamento em condições ambientais. Os teores de água e as atividades de água de todas as amostras foram aumentados, entretanto sem exceder o limite de segurança microbiológico;

✓ Os sorvetes caprinos prebióticos de umbu-cajá apresentaram teores de água intermediários, quantidades consideráveis de carboidratos, lipídeos e proteínas e valores energéticos elevados. Os sorvetes ficaram menos aerados com o aumento da concentração de polpa de umbu-cajá em pó, bem como apresentaram incrementos no tempo de fusão. Houve escurecimento dos sorvetes com as adições de pó, resultando em amostras com coloração amarela mais intensa e mais atrativa. As amostras ficaram mais firmes e menos adesivas com o aumento da concentração de umbu-cajá em pó;

✓ As características sensoriais dos sorvetes prebióticos de leite de cabra e polpa de umbu-cajá desidratado foram melhoradas com o aumento da concentração do pó. As formulações adicionadas de 6, 8 e 10% de polpa de umbu-cajá em pó apresentaram índices de aceitabilidade superiores a 82%, sendo que a amostra com 10% de fruta desidratada deteve a maior frequência positiva para a intenção de compra.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12994**: Métodos de avaliação sensorial de alimentos e bebidas. São Paulo, 1993. 2p.

ABREU, D. A.; SILVA, L. M. R.; LIMA, A. S.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M. Desenvolvimento de bebidas mistas à base de manga, maracujá e caju adicionadas de prebióticos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 2, p. 197-203, 2011.

ADITIVOS & INGREDIENTES. **Maltodextrinas: características estruturais e aplicações**. Disponível em: <[http://www.insumos.com.br/aditivos\\_e\\_ingredientes/materias/656.pdf](http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/656.pdf)>. Acesso em: 08 dez 2015a.

ADITIVOS & INGREDIENTES. **Goma arábica ou goma acácia: um grande clássico**. Disponível em: <[http://www.insumos.com.br/aditivos\\_e\\_ingredientes/materias/222.pdf](http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/222.pdf)>. Acesso em: 08 dez 2015b.

AKIN, M. B.; AKIN, M. S.; KIRMACI, Z. Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. **Food Chemistry**, Oxford, v. 104, n. 1, p. 93-99, 2007.

AL-ABDULKARIM, B. O.; OSMAN, M. S.; EL-NADEEF, M. A. I. Determination of chemical composition, and storage on dried fermented goat milk product (Oggtt). **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, Riade, v. 11, n. 2, p. 1-6, 2012.

ALAMPRESE, C.; FOSCHINO, R. Technology and stability of probiotic and prebiotic ice creams. In: SHAH, N. P.; CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F. (Ed.). **Probiotic and prebiotic foods: technology, stability and benefits to human health**. 1<sup>th</sup> ed. New York: Nova Sciences Publishers, 2011. p 235-98.

ALEXANDRE, H. V.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Isotermas de adsorção de umidade da pitanga em pó. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 11-20, 2007.

ALEXANDRE, H. V.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; OLIVEIRA, E. N. A. Armazenamento de pitanga em pó. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 5, n. 1, p. 83-91, 2014.

ALMEIDA, C. C. S.; CARVALHO, P. C. L.; GUERRA, M. Karyotype differentiation among *Spondias* species and the putative hybrid umbu-cajá (Anacardiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 155, n. 4, p. 541-547, 2007.

ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MOURA, C. F. H. **Caracterização de frutas nativas da América Latina**. Jaboticabal: Funep, 2000. 66 p. (Série Frutas Nativas, 9).

ALVES, C. C. O.; RESENDE, J. V.; CRUVINEL, R. S. R.; PRADO, M. E. T. Estabilidade da microestrutura e do teor de carotenóides de pós obtidos da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) liofilizada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 830-839, 2008a.

ALVES, R. M. V.; JAIME, S. B. M.; ITO, D.; MOREIRA, C. Q. Influência das propriedades de barreira de embalagens flexíveis na estabilidade de leite em pó integral. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 46-53, 2008b.

ALVES, C. C. O.; RESENDE, J. V.; PRADO, M. E. T.; CRUVINEL, R. S. R. The effects of added sugars and alcohols on the induction of crystallization and the stability of the freeze-dried peki (*Caryocar brasiliense* Camb.) fruit pulps. **LWT - Food Science and Technology**, Zürich, v. 43, n. 6, p. 934-941, 2010.

ALOĞLU, H. S.; ONER, Z. The effect of treating goat's milk with transglutaminase on chemical, structural, and sensory properties of labneh. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 109, n. 1, p. 31- 37, 2013.

AN, K.; ZHAO, D.; WANG, Z.; WU, J.; XU, Y.; XIAO, G. Comparison of different drying methods on Chinese ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): Changes in volatiles, chemical profile, antioxidant properties, and microstructure. **Food Chemistry**, Oxford, v. 197, n. 1, p. 1292-1300, 2016.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Rotulagem nutricional obrigatória: manual de orientação às indústrias de Alimentos**. 2<sup>a</sup> Versão. Brasília: Ministério da Saúde/Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2005a. 44 p.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 269, de 22 de setembro de 2005, que dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2005b.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC n. 272, de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre o “Regulamento Técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis”. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2005c.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. WILLIAMS, S. (Ed.) 14<sup>a</sup> ed, Arlington, 1997. 1041 p.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 18<sup>th</sup> ed, 3<sup>th</sup> review, Washington, USA: AOAC, 2010. 1094 p.

APHA. American Public Health Association. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4<sup>a</sup> ed. Washington, 2001. 676 p.

ARAÚJO, E. A.; CARVALHO, A. F.; LEANDRO, E. S.; FURTADO, M. M.; MORAES, C. A. Produção de queijo tipo cottage simbiótico e estudo de sobrevivência das células probióticas quando expostas a diferentes estresses. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 111-118, 2009.

ARGENTA, L. C. **Fisiologia e tecnologia pós-colheita: Maturação, colheita e armazenagem dos frutos**. In: EPAGRI. A cultura da macieira. 1 ed. Florianópolis: EPAGRI, 2006, p. 691-732.

ARLINDO, D. M.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Armazenamento de pimentão em pó em embalagem de polietileno. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 111-118, 2007.

AYALA A. A. A.; SERNA C. L.; MOSQUERA V. E. S. Liofilización de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). **Vitae**, Antioquia, v. 17, n. 2, p. 121-127, 2010.

ARDELEAN, A. I.; OTTO, C.; JAROS, D.; ROHM, H. Transglutaminase treatment to improve physical properties of acid gels from enriched goat milk. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 106, n. 1, p. 47-53, 2012.

ASTOLFI-FILHO, Z.; SOUZA, A. C.; REIPERT, É. C. D.; TELIS, V. R. N. Encapsulação de suco de maracujá por co-cristalização com sacarose: cinética de cristalização e propriedades físicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 795-801, 2005.

AYEB, N.; ADDIS, M.; FIORI, M.; KHORCHANI, S.; ATIGUI, M.; KHORCHANI, T. Quality and fatty acid profile of the milk of indigenous goats subjected to different local diets in Tunisian arid lands. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, London, v. 100, n. 1, p. 101-108, 2015.

BARBOSA, A. S.; ARAUJO, A. S.; MARTINS, W. F.; RODRIGUES, M. S. A.; FLORENTINO, E. R. Avaliação do perfil microbiológico de gelados comestíveis comercializado em Campina Grande-PB. **Revista Verde**, Mossoró, v. 5, n. 3, p. 63-79, 2010.

BARRETT, D. M.; LLOYD, B. Advanced preservation methods and nutrient retention in fruits and vegetables. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 92, n. 1, p. 7-22, 2012.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A. Comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.31, n.4, p.507-503, 1998.

BENEDETTI, P. C. D.; PEDRO, M. A. M.; TELIS-ROMERO, J.; TELIS, V. R. N. Influence of encapsulating materials on water sorption isotherms of vacuum-dried persimmon pulp powder. **Journal of Food Processing and Preservation**, London, v. 35, n. 4, p. 423-131, 2011.

BENEVIDES, S. D.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C.; CASTRO, V. C. **Qualidade da manga e polpa da manga Ubá**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 28, n. 3, p. 571-578, 2008.

BERISTAIN, C.I.; MENDOZA, R.E.; GARCIA, H.S.; VAZQUEZ, A. Cocrystallization of jamaica (*Hibiscus sabdarifa* L.) granules. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, Zürich, v. 27, n. 4, p. 347-349, 1994.

BLAHOVEC, J. Sorption isotherms in materials of biological origin mathematical and physical approach. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 65, n. 4, p. 489-495, 2004.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry Physiology**, Ottawa, v.37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BHANDARI, B. R.; DATTA, N.; D'ARCY, B. R.; RINTOUL, G. B. Co-crystallization of honey with sucrose. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, London, v. 31, n. 2, p.138-142, 1998.

BIASUTTI, M.; VENIR, E.; MARINO, M.; MAIFRENI, M.; INNOCENTE, N. Effects of high pressure homogenisation of ice cream mix on the physical and structural properties of ice cream. **International Dairy Journal**, Oxford, v. 32, n. 1, p. 40-45, 2013.

BOFF, C. C.; CRIZEL, T. M.; ARAUJO, R. R.; RIOS, A. O.; FLORES, S. H. Desenvolvimento de sorvete de chocolate utilizando fibra de casca de laranja como substituto de gordura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 10, p. 1892-1897, 2013.

BORTOLATTO, J.; LORA, J. Avaliação da composição centesimal do abacaxi (*Ananas comosus* (L.) merril) liofilizado e *in natura*. **Revista de Pesquisa e Extensão em Saúde**, Criciúma, v.4, n.1, p. 1-15, 2008.

BORGES, S. V. **Análise higroscópica e microestrutural de flocos de frutas desidratadas**. 1988. 177 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1988.

BOSCO, J.; SOARES, K. T.; AGUIAR FILHO, S. P.; BARROS, R. V. **A cultura da cajazeira**. João Pessoa: EMEPA, 2000. 29 p. (Documentos, 28).

BOSSCHER, D.; LOO, J. V.; FRANK, A. Inulin and oligofrutose as functional ingredients to improve bone mineralization. **International Dairy Journal**, Oxford, v. 16, n. 9, p. 1092-1097, 2006.

BOURNE, M. C. Texture profile analysis. **Food Technology**, Oxford, v. 32, n. 7, p. 62-72, 1978.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada nº12, de 24 de Julho de 1978. Normas Técnicas Relativas a Alimentos e Bebidas. **Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1978.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 76, de 27 de novembro 1986. **Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1986.

BRASIL. Ministério da Saúde. ANVISA. Resolução n.18, de 30 de abril de 1999. Aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimento. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1999a.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n ° 379, de 26 de abril de 1999. Regulamento técnico referente a gelados comestíveis, preparados, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1999b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 01, de 7 de Janeiro de 2000. Regulamento da Lei nº 8.918, de 14 julho de 1994, aprovado

pelo Decreto nº 2.314, de 4 de setembro de 1997, que dispõe sobre o regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2000a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 37 de 31 de outubro de 2000. Regulamento técnico de produção, identidade e qualidade de leite de cabra. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2000b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12, de 02 de Janeiro de 2001. Aprova o Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2001.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 266 de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de gelados comestíveis e, preparados para gelados comestíveis, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2005.

BRUNAUER, S.; DEMING, L. S.; DEMING, W. E.; TELLER, E. On a theory of the van der Waals adsorption of gases. **Journal of the American Chemical Society**, London, v. 62, p. 1723- 1732, 1940

CADENA, R. S.; BOLINI, H. M. A. Time-intensity analysis and acceptance test for traditional and light vanilla ice cream. **Food Research International**, Kidlington, v. 44, n. 3, p. 677-683, 2011.

CAI, Y. Z.; CORKE, H. Production and properties of spray-dried *Amaranthus* betacyanin pigments. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 65, n. 6, p. 1248-1252, 2000.

CAKMAKCI, S.; DAGDEMIR, E. A preliminary study on functionality of *Gundelia tournefortii* L. as a new stabiliser in ice cream production. **International Journal of Dairy Technology**, Huntingdon, v. 66, n. 2, p. 1-6, 2013.

CALDWELL, K. B.; GOFF, H. D.; STANLEY, D. W. A low-temperature scanning electron microscopy study of ice cream. I. Techniques and general microstructure. **Food Structure**, Chicago, v.11, n.1, p.1-9, 1992.

CAMPOS, A. R. N.; SILVA, F. L. H.; GOMES, J. P.; OLIVEIRA, L. S. C.; OLIVEIRA, M. M. Isotermas de adsorção e calor isostérico da palma forrageira enriquecida proteicamente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 6, p. 734-740, 2009.

CAMPOS, B. E.; RUIVO, T. D.; SCAPIM, M. R. S.; MADRONA, G. S.; BERGAMASCO, R. C.; Optimization of the mucilage extraction process from chia seeds and application in ice cream as a stabilizer and emulsifier. **LWT - Food Science and Technology**, Zürich, v. 65, n. 1, p. 874-883, 2016.

CANO-CHAUCA, M.; STRINGHETA, P.C.; RAMOS, A.M.; CAL-VIDAL, C. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Amsterdam, v. 6, p. 420-428, 2005.

CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, 2010.

CANUTO, H. M. P.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. Hygroscopic behavior of freeze-dried papaya pulp powder with maltodextrina. **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá, v. 36, n. 1, p. 179-185, 2014.

CAPARINO, O. A.; TANG, J.; NINDO, C. I.; SABLANI, S. S.; POWERS, J. R.; FELLMAN, J. K. Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango (Philippine 'Carabao' var.) powder. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 111, n. 1, p. 135-148, 2012.

- CAPRISTE, G. H.; ROTSTEIN, E. Prediction of sorptional equilibrium data for starch-containing foodstuffs. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 47, n. 5, p. 1501-1507, 1982.
- CARDOSO, W. S.; PINHEIRO, F. A.; PEREZ, R.; PATELLI, T.; FARIA, E. R. Desenvolvimento de uma salada de frutas: da pesquisa de mercado à tecnologia de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 454-462, 2010.
- CARVALHO, C. M. **Secagem e armazenamento do leite de cabra e polpa de umbu-cajá**. 112 f. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.
- CARVALHO, P. C. L.; RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. S.; LEDO, C. A. S. Características morfológicas, físicas e químicas de frutos de populações de umbu-cajazeira no Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 140-147, 2008.
- CATELAM, K. T.; TRINDADE, C. S. F.; ROMERO, J. T. Water adsorption isotherms and isosteric sorption heat of spray-dried and freeze-dried dehydrated passion fruit pulp with additives and skimmed milk. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1196-1203, 2011.
- CAVALCANTI-MATA, M. E. R. M.; DUARTE, M. E. M.; ALSEMO, G. C. S.; RODRIGUES, E.; GUEDES, M. A.; CAVALCANTI, A. S. R. R. M.; OLIVEIRA, C. C. A. Obtenção de graviola em pó pelo processo de liofilização. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.7, n.2, p.165-172, 2005.
- CEBALLOS, A. M.; GIRALDO, G. I.; ORREGO, C. E. Effect of freezing rate on quality parameters of freeze dried soursop fruit pulp. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 111, n. 2, p. 360-365, 2012.
- CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas-SP: Editora da Unicamp, 2003. 207 p.

CHAUHAN, A. K.; PATIL, V. Effect of packaging material on storage ability of mango milk powder and the quality of reconstituted mango milk drink. **Powder Technology**, London, v. 239, n. 1, p. 86-93, 2013.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e manuseio**. Lavras: Editora da UFLA, 2005. 783p.

CHUN, H. H.; KIM, M. S.; CHUNG, K. S.; WON, M.; SONG, K. B. Dehydration of blueberries using maltodextrin and the physicochemical properties of dried blueberries. **Horticulture, Environment and Biotechnology**, Suwon, v. 53, n. 6, p. 565-570. 2012.

CLARK, 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**, Amsterdam, v. 38, n. 2, p. 135-143, 2000.

CLARKE, C. **Ice cream ingredients. In the science of ice cream**. Cambridge: Royal Society of Chemistry Publishing, 2004. p. 38-57.

CLARKE, C. The science of ice cream. **Chemistry and Industry**, London, v. 24, n. 19, p. 22-23, 2005.

COELHO, D. T. **Práticas de processamento de produtos de origem animal**. 2<sup>a</sup> ed. Viçosa: UFV, 2005. 64p.

COLLARES, F. P.; KIECKBUSCH, T. G.; FINZER, J. R. D. A transição vítrea em produtos alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 5, n. 5, p. 117-130, 2002.

COMUNIAN, T. A.; MONTERREY-QUINTERO, E. S.; THOMAZINI, M.; BALIEIRO, J. C. C.; PICCONE, P.; PITTIA, P.; FAVARO-TRINDADE, C. S. Assessment of production efficiency, physicochemical properties and storage stability of spray-dried chlorophyllide, a natural food colourant, using gum Arabic, maltodextrina and soy protein isolate-based carrier systems. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 46, n. 6, p. 1259-1265, 2011.

COOK, K. L. K.; HARTEL, R. W. Mechanisms of ice crystallization in ice cream production. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Malden, v. 9, n. 2, p. 213-222, 2010.

CORRÊA, S. C.; CLERICI, M. T. P. S.; GARCIA, J. S.; FERREIRA, E. B.; EBERLIN, M. N.; AZEVEDO, L. Evaluation of dehydrated marolo (*Annona crassiflora*) flour and carpels by freeze-drying and convective hot-air drying. **Food Research International**, Kidlington, v. 44, n. 7, p. 2385-2390, 2011.

CORREIA, R. T. P.; PEDRINI, M. R. S.; MAGALHÃES, M. M. A. Sorvete: aspectos tecnológicos e estruturais. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 21, n. 148, p. 19-23, 2007.

CORREIA, R. T. P.; MAGALHÃES, M. M. A.; PEDRINI, M. R. S.; CRUZ, A. V. F.; CLEMENTINO, I. Sorvetes elaborados com leite caprino e bovino: composição química e propriedades de derretimento. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 251-256, 2008.

COSTA, R. G.; BELTRÃO FILHO, E. M.; QUEIROGA, R. C. R. E.; MEDEIROS, A. N.; OLIVEIRA, C. J. B.; GUERRA, I. C. D. Características físico-químicas do leite de cabra comercializado no estado da Paraíba, Brasil. **Revista do IAL**, São Paulo, v. 66, n. 2, p. 136-141, 2007.

COSTA, R. G.; ALMEIDA, C. C.; PIMENTA FILHO, E. C.; HOLANDA JÚNIOR, E. V.; SANTOS, N. M. Caracterização do sistema de produção caprino e ovino na região semi-árida do Estado da Paraíba, Brasil. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 57, n. 218, p. 195-205, 2008a.

COSTA, F. F.; RESENDE, J. V.; ABREU, L. R.; GOFF, H. D. Effect of calcium chloride addition on ice cream structure and quality. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.91, n.6, p.2165-2174, 2008b.

COSTA, R. G.; BELTRÃO FILHO, E. M.; MEDEIROS, G. R.; VILLARROEL, A. B. S.; CRUZ, S. E. S. B. S.; SANTOS, E. M. Substituição do leite de cabra por soro de queijo

bovino para cabritos Alpinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 824-830, 2010.

COSTA, F. F.; RESENDE, J. V.; ABREU, L. R. Efeito da adição de cloreto de cálcio na estabilidade da gordura em sorvetes. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 30, n. 1, p. 27-34, 2012.

COSTA, J. N.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M.; GONZAGA, M. L. C.; CONSTANT, P. B. L.; SOARES, D. J. Study of the stability of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) powder from organic farming. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 705-716, 2013.

COSTA, J. P.; ROCHA, E. M. F. F.; COSTA, J. M. C. Study of the physicochemical characteristics of soursop powder obtained by spray-drying. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 34, n. 4, p. 663-666, 2014.

CRUZ, A. G.; CADENA, R. S.; WALTER, E. H. M.; MORTAZAVIAN, A. M.; GRANATO, D.; FARIA, J. A. F.; BOLINI, H. M. A. Sensory analysis: relevance for prebiotic, probiotic, and synbiotic product development. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Malden, v. 9, n. 4, p. 358-373, 2010.

CURI, R. A.; BONASSI, I. A. Elaboração de um queijo análogo ao pecorino romano produzido com leite de cabra e coalhada congelados. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 171-176, 2007.

ÇAKMAKC, C.; TOPDAŞ, E. F.; KALIN, P.; HAN, H.; ŞEKERCI, P.; KÖSE, L. P.; GÜLÇİN, İ. Antioxidant capacity and functionality of oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) flour and crust in a new kind of fruity ice cream. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 50, n. 2, p. 472-481, 2015a.

ÇAKMAKC, C.; TOPDAŞ, E. F.; ÇAKIR, Y.; KALIN, P. Functionality of kumquat (*Fortunella margarita*) in the production of fruity ice cream. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.95, n.1, p. 1-8, 2015b.

DAIÚTO, E. R.; CEREDA, M. P. Amido como suporte na desidratação por atomização e em microencapsulamento. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. **Tecnologias, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. v. 3. cap. 16, p. 449-474. (Série: Culturas de tuberosas amiláceas Latino Americanas).

DANTAS, T. N. P.; SOUZA, J. S.; SOUZA JÚNIOR, F. E.; MEDEIROS, M. F. D. Propriedades físicas e físico-químicas de pós de misturas de polpas de frutas com diferentes fontes lipídicas. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, 8, 2009. **Anais...** Uberlândia: COBEQIC, 2009.

DIAS, I. L. T.; SOUZA, H. B.; PINTO, J. D. B.; MENIN, S. E. A.; PINTO, M. C. Avaliação das propriedades tecnológicas de granulados de amido e lactose e para produção de comprimidos por compressão direta. **Ciência & Inovação**, Americana, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2010.

DIMENSTEIN, R.; MELO, C. U.; GARCIA, L. R. S.; LIRA, L. Q. Quantificação do retinol em leite de cabra e sua importância na alimentação infantil. **Revista do IAL**, São Paulo, v. 69, n. 3, p. 415-418, 2010.

DIÓGENES, A. M. G.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; SOUSA, A. B. B. Análise comparativa de polpas de manga ‘Haden’ integral e formulada. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 36, n.1, p. 30-34, 2015.

DORTA, E.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. Using drying treatments to stabilise mango peel and seed: effect on antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, Zürich, v. 45, n. 2, p. 261-268, 2012.

DUANGMAL, K.; SAICHEUA, B.; SUEEPRASAN, S. Colour evaluation of freeze-dried roselle extract as a natural food colorant in a model system of a drink. **LWT - Food Science and Technology**, Zürich, v. 41, n. 8, p. 1437-1445, 2008.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4 ed. Curitiba: Champagnat, 2013. 531p.

DUTRA, F. L. A.; BRANCO, I. G.; MADRONA, G. S.; HAMINIUK, C. W. I. Avaliação sensorial e influência do tratamento térmico no teor de ácido ascórbico de sorvete de pimenta. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 4, n. 2, p. 243-251, 2010.

EASTMAN, J. E.; MOORE, C. O. **Cold water soluble granular starch for gelled food composition**. U.S. Patent 4465702, 1984.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Importância do leite. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio\\_sisal/arvore/CONT000fbko3ur002wx5eo0sawqe32bun1r7.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_sisal/arvore/CONT000fbko3ur002wx5eo0sawqe32bun1r7.html)>. Acesso em 07 jan 2016.

ENDO, E.; BORGES, S. V.; DAIUTO, E. R.; CEREDA, M. P.; AMORIM, E. Avaliação da vida de prateleira do suco de maracujá (*Passiflora edullis* f. *flavicarpa*) desidratado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 382-386, 2007.

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

FARIA, M.; OLIVEIRA, L. B. D.; COSTA, F. E. C. Determinação da qualidade microbiológica de polpas de açaí congeladas comercializadas na cidade de Pouso Alegre-MG. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 2, p. 243-249, 2012.

FAYOLLE, F.; BELHAMRI, R.; FLICK, D. Residence time distribution measurements and simulation of the flow pattern in a scraped surface heat exchanger during crystallisation of ice cream. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 116, n. 2, p. 390-397, 2013.

FERNANDES, T. K. S.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; MELO, K. S.; BEZERRA, M. C. T. Estudo do comportamento reológico da polpa de umbu-cajá em

função da concentração de maltodextrina. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 171-180, 2008.

FERRARI, C. C.; RIBEIRO, C. P.; AGUIRRE, J. M. Secagem por atomização de polpa de amora-preta usando maltodextrina como agente carreador. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 157-165, 2012a.

FERRARI, C. C.; GERMER, S. P. M.; DUTRA ALVIM, I.; VISSOTTO, F. Z.; AGUIRRE, J. M. Influence of carrier agents on the physicochemical properties of blackberry powder produced by spray drying. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 47, n. 6, p. 1237-1245, 2012b.

FERREIRA, L. C.; JUNQUEIRA, R. G. Condições higiênico-sanitárias de uma indústria de processamento de conservas de polpa de pequi na Região Norte do Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 1825-1831, 2009.

FLAMM, G.; GLINSMANN, W.; KRITCHEVSKY, D.; PROSKY, L.; ROBERFROID, M. Inulin and oligofructose as dietary fiber: a review of the evidence. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 41, n. 5, p. 353-362, 2001.

FOEGEDING, E. A.; DAVIS, J. P.; DOUCET, D.; MCGUFFEY, M. K. Advances in modifying and understanding whey protein functionality. **Trends in Food Science and Technology**, London, v. 13, n. 5, p. 151-159, 2002.

FORNARO, A.; COICHEV, N. Ácido L-ascórbico: Reações de complexação e de oxido-redução com alguns íons metálicos de transição. **Química Nova**, São Paulo, v. 21, n. 5, p. 642-650, 1998.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. 2ª ed. São Paulo: Atheneu, 2003.193 p.

FREUDIG, B.; HOGKAMP, S.; SCHUBERT, H. Dispersion of powders in liquids in a stirred vessel. **Chemical Engineering and Processing**, Amsterdam, v. 38, n. 4-6, p. 525-532, 1999.

FRIGHETTO, J. M. **Produção de sorvetes com características simbióticas e avaliação da sobrevivência de *Lactobacillus paracasei* em condições gastrointestinais simuladas.** 69 f. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

GABAS, A. L.; TELIS, V. R. N.; SOBRAL, P. J. A.; TELIS-ROMERO, J. Effect of maltodextrin and arabic gum in water vapor sorption thermodynamic properties of vacuum dried pineapple pulp powder. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 82, n. 2, p. 246-252, 2007.

GABRIEL, A. A. Estimation of water activity from pH and Brix values of some food products. **Food Chemistry**, Oxford, v. 108, n. 3, p. 1106-1113, 2008.

GALDINO, P. O. **Secagem por aspersão da polpa do figo-da-índia.** 169 f. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011.

GALDINO, P. O.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; SILVA, R. N. G. Avaliação da estabilidade da polpa de umbu em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 73-80, 2003.

GALMARINI, M. V.; BAREN, C.; ZAMORA, M. C.; CHIRIFE, J.; LIRA, P. D. L.; BANDONI, A. Impact of trehalose, sucrose and/or maltodextrin addition on aroma retention in freeze dried strawberry puree. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 46, n. 7, p. 1337-1345 2011.

GARCIA, E. E. C.; PADULA, M.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. **Embalagens plásticas: propriedades de barreira.** Campinas: ITAL, 1989, 44 p.

GARCIA, R. V.; TRAVASSOS, A. E. R. Aspectos gerais sobre o leite de cabra: Uma revisão. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 67, n. 386, p. 81-88, 2012.

GOMES, P. M. A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Armazenamento da polpa de acerola em pó a temperatura ambiente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, p. 3, p. 384-389, 2004.

GOMES, R. B.; VIANA, E. S.; OLIVEIRA, L. A.; CARVALHO, L. D.; SOARES FILHO, W. S.; RITZINGER, R. Avaliação da cor e do conteúdo de carotenóides em variedades de umbu-cajá. In: JORNADA CIENTIFICA, 3., 2009. **Anais...** Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Cruz das Almas - Bahia, 2009.

GÓMEZ, G. I. G.; ORREGO-ALZATE, C. E.; GRAJALES, L. M.; TELIS, V. R. N.; GABAS, A. N.; TELIS-ROMERO, J. Effect of drying methods on the thermodynamic properties of blackberry pulp powder. **Dyna**, Medellín, v. 78, n. 168, p. 139-148, 2011.

GONDIM, P. J. S.; SILVA, S. M.; PEREIRA, W. E.; DANTAS, A. L.; CHAVES NETO, J. R.; SANTOS, L. F. Qualidade de frutos de genótipos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 11, p. 1217-1221, 2013.

GONZÁLEZ, F. H. D.; DURR, J. W.; FONTANELLI, R. (Ed). **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 72p.

GOFF, H. D.; VERESPEJ, E.; SMITH, A.K. A study of fat and air structures in ice cream. **International Dairy Journal**, Oxford, v.9, n.11, p. 817-829, 1999.

GOFF, H. D. Ice cream. In: FOX, P.F.; MCSWEENEY, P.L.H. (Ed.). **Advanced dairy chemistry: proteins**. 3<sup>th</sup> ed. New York: Kluwer, 2003. p. 1063-1085.

GOFF, H. D. 65 years of ice cream science. **International Journal of Dairy Technology**, Huntingdon, v. 18, n. 7, p. 754-758, 2008.

GOMES, R. G.; PENNA, A. L. B. Caracterização de requeijão cremoso potencialmente prebiótico pela adição de inulina e proteína de soja. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 28, n. 2, p. 289-302, 2010.

GOULA, A. M.; ADAMOPOULOS, K. G. Spray drying of tomato pulp: effect of feed concentration. **Drying Technology**, New York, v. 22, n. 10, p. 2309-2330, 2004.

GOULA, A. M.; ADAMOPOULUS, K. G. Effect of maltodextrin addition during spray drying of tomato pulp in dehumidified air: II. Powder properties. **Drying Technology**, New York, v. 26, n. 6, p. 726-737, 2008.

GOULA, A. M.; KARAPANTSIOS, T. D.; ACHILIAS, D. S.; ADAMOPOULOS, K. G. Water sorption isotherms and glass transition temperature of spray dried tomato pulp. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 85, n. 1, p. 73-83, 2008.

GRANATO, D.; MASSON, M. L.; FREITAS, R. J. S. Stability studies and shelf life estimation of a soy-based dessert. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 797-807, 2010.

GREGORY, J. F. Vitamins. In: FENNEMA, O. R. (Ed.). **Food Chemistry**. 3 ed. New York: Dekker, 1996. p. 531-616.

GUINÉ, R. P. F.; BARROCA, M. J. Effect of drying treatments on texture and color of vegetables (pumpkin and green pepper). **Food and Bioproducts Processing**, London, v. 90, n. 1, p. 58-63, 2012, 2012.

GULARTE, M. A. **Análise sensorial**. Pelotas: Ed. Universitária da UFPEL, 2009. 66 p.

GURGEL, C. S. S.; FARIAS, S. M. O. C.; FARIAS, L. R. G.; MOREIRA, R. T. Análise sensorial de sorvete de batata-doce. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n.1, p.21-26, 2011.

GÜCÜKÖĞLU, A.; ÇADIRCI, Ö.; TERZI, G.; KEVENK, T. O.; ALIŞARLI, M. Determination of enterotoxigenic and methicillin resistant *Staphylococcus aureus* in ice cream. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 78, n. 5, p. 738-741, 2013.

HAENLEIN, G. F. W. Goat milk in human nutrition. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 51, n. 2, p. 155-163, 2004.

HAM, J. S.; LEE, S. G.; JEONG, S. G.; OH, M. H.; KIM, D. H.; PARK, Y. W. Characteristics of Korean-Saanen goat milk caseins and somatic cell counts in comparison with Holstein cow milk counterparts. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 93, n. 2, p. 202-205, 2010.

HAMMADI, M.; AYADI, M.; ATIGUI, M.; SEDDIK, M.M.; KHORCHANI, T.; CASALS, R.; SALAMA, A.; SUCH, X. Milk synthesis in Tunisian local suckling goat is not affected by milking interval. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 108, n 1/3., p. 32-35, 2012.

HAMMERSTONE, J. F.; LAZARUS, S. A.; MICHELL, A. E.; RUCKER, R. B.; SCHMITZ, H. H. Identification of procyanidins in cocoa (*Theobroma Cacao*) and chocolate using high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 47, n. 2, p. 490-496, 1999.

HARNKARNSUJARIT, N.; CHAROENREIN, S. Influence of collapsed structure on stability of  $\beta$ -carotene in freeze-dried mangoes. **Food Research International**, Kidlington, v. 44, n. 10, p. 3188-3194, 2011.

HARNKARNSUJARIT, N.; CHAROENREIN, S.; ROOS, Y. H. Porosity and water activity effects on stability of crystalline  $\beta$ -carotene in freeze-dried solids. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 77, n. 11, p. 313-320, 2012.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acids methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, London, v. 22, n. 6, p. 475-476, 1973.

HASHEMI, M.; GHEISARI, H. R.; SHEKARFOROUSH, S. Preparation and evaluation of low-calorie functional ice cream containing inulin, lactulose and *Bifidobacterium lactis*. **International Journal of Dairy Technology**, Huntingdon, v. 68, n. 2, p. 183-189, 2015.

HAULY, M. C. O.; MOSCATTO, J. A. Inulina e oligofrutoses: uma revisão sobre propriedades funcionais, efeito prebiótico e importância na indústria de alimentos. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológica**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 105-118, 2002.

HENNELLY, P. J.; DUNNE, P. G.; O'SULLIVAN, D. M.; O'RIORDAN, E. D. Textural, rheological and microstructural properties of imitation cheese containing inulin. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 75, n. 3, p. 388-395, 2006.

HENRÍQUEZ, C.; CORDOVA, A.; LUTZ, M.; SAAVEDRA, J. Storage stability test of apple peel powder using two packaging materials: High-density polyethylene and metalized films of high barrier. **Industrial Crops and Products**, Oxford, v. 45, n. 1, p. 121- 127, 2013.

HOMAYOUNI, A.; NOROUZI, S. Evaluation of physicochemical traits, sensory properties and survival of *Lactobacillus casei* in fermented soy-based ice cream. **Journal of Food Processing and Preservation**, London, v. 39, n.1, p. 1-7, 2015.

HOUGH, G.; GARITTA, L. Methodology for sensory shelf-life estimation: a review. **Journal of Sensory Studies**, Trumbull, v. 27, n. 3, p. 137-147, 2012.

HUANG, L. L.; ZHANG, M.; WANG, L. P.; MUJUMDAR, A. S.; SUN, D. F. Influence of combination drying methods on composition, texture, aroma and microstructure of apple slices. **LWT - Food Science and Technology**, Zürich, v. 47, n. 1, p. 183-188, 2012.

HYMAVATHI, T. V.; KHADER, V. Carotene, ascorbic acid and sugar content of vacuum dehydrated ripe mango powders stored in flexible packaging material. **Journal of Food Composition and Analysis**, London, v. 18, n. 2/3, p. 181-192, 2005.

IBARZ, A.; BARBOSA-CANOVAS, G. V. **Operaciones unitarias de la ingeniería de alimentos**. Lancaster: Mundi-Prensa, 2005. 865 p.

IAL. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 4ª ed., 1ª ed. Digital, São Paulo: IAL, 2008. 1020 p.

IZZO, M.; NINESS, K. Formulating nutrition bars with inulin and oligofructose. **Cereal Foods World**, Saint Paul, v. 46, n. 3, p. 102-106, 2001.

JAYA, S.; DAS, H. Effect of maltodextrin, glycerol monostearate and tricalcium phosphate on vacuum dried mango powders properties. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 63, n. 2, p. 125-134, 2004.

JAKUBCZYK, E.; LIGEZA, E. O.; GONDEK, E. Moisture sorption characteristics and glass transition temperature of apple puree powder. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 45, n. 12, p. 2515–2523, 2010.

JAVIDI, F.; RAZAVI, S. M. A.; BEHROUZIAN, F.; ALGHOONEH, A. The influence of basil seed gum, guar gum and their blend on the rheological, physical and sensory properties of low fat ice cream. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 52, n. 1, p. 625-633, 2016.

JAYA, S.; DAS, H.; MANI, S. Optimization of maltodextrin and tricalcium phosphate for producing vacuum dried mango powder. **International Journal of Food Properties**, Oman, v. 9, n. 1, p. 13-24, 2006.

JIANG, H.; ZHANG, M.; SMUJUMDAR, A.; LIM, R. X. Comparison of drying characteristic and uniformity of banana cubes dried by pulse-spouted microwave vacuum drying, freeze drying and microwave freeze drying. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 94, n. 9, p. 1827-1834, 2014.

JULIANO, F. F.; SILVA, P. P. M.; CASEMIRO, R. C.; COSTA, M. H.; SPOTO, M. H. F. Polpa de camu-camu liofilizada e armazenada em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 8, n. 2, p. 1374-1384, 2014.

LAVOYER, F. C. G.; GABAS, A. L.; OLIVEIRA, W. P.; TELIS-ROMERO, J. Study of adsorption isotherms of green coconut pulp. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 33, n. 1, p. 68-74, 2013.

LAGUNA, L. E.; EGITO, A. S. **Processamento do doce de leite de cabra em tablete**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2008. 5 p. (Comunicado Técnico, n. 94).

KAVAZ, A.; YÜKSEL, M.; DAĞDEMİR, E. Determination of certain quality characteristics, thermal and sensory properties of ice creams produced with dried Besni grape (*Vitis vinifera* L.). **International Journal of Dairy Technology**, Huntingdon, v. 68, n.1, p. 1-7, 2015.

KENNEDY, J. F.; KNILL, C. J.; TAYLOR, D. W. Maltodextrins. In: KEARSLEY, M. W.; DZIEDZIC, S. Z. (Org.). **Handbook of Starch Hydrolysis Products and Their Derivatives**. 1. ed. Glasgow: Blackie Academic & Professional, 1995. p. 65-82.

KHA, T. C.; NGUYEN, M. H.; ROACH, P. D. Effects of spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the gac (*Momordica cochinchinensis*) fruit aril powder. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 98, n. 3, p. 385-392, 2010.

KLEIN, B. P. Nutricional consequences of minimal processing of fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, Oxford, v. 10, n. 3, p. 129-193, 1987.

KOLIDA, S.; GIBSON, G. Prebiotic capacity of inulintype fructans. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 137, n. 11, p. 2503-2506, 2007.

KONDYLI, E.; SVARNAS, C.; SAMELIS, J.; KATSIARI, M.C. Chemical composition and microbiological quality of ewe and goat milk of native Greek breeds. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 103, n. 2/3, p. 194-199, 2012.

KOROISHI, E. T.; BOSS, E. A.; MACIEL, M. R.; MACIEL FILHO, R. Process development and optimization for freeze-drying of natural orange juice. **Journal of Food Process Engineering**, Trumbull, v. 32, n. 3, p. 425-441, 2009.

KROKIDA, M. K.; MAROULIS, Z. B. Effect of drying method on shrinkage and porosity. **Drying Technology**, New York, v. 15, n. 10, p. 2441-2458, 1997.

KUCK, L. S.; NOREÑA, C. P. Z. Microencapsulation of grape (*Vitis labrusca* var. Bordo) skin phenolic extract using gum arabic, polydextrose, and partially hydrolyzed guar gum as encapsulating agents. **Food Chemistry**, Oxford, v. 194, n. 1, p. 569-576, 2016.

LAMOUNIER, M. L.; ANDRADE, F. C.; MENDONÇA, C. D.; MAGALHÃES, M. L. Desenvolvimento e caracterização de diferentes formulações de sorvetes enriquecidos com farinha da casca da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 70, n. 2, p. 93-104, 2015.

LANCHA, J. P.; GERMER, S. P. M.; DALLA DEA, R. C.; FERRARI, C. C.; ALVIM, I. D. Desidratação de polpa de pitanga e jabuticaba em *spray dryer*: condições de processo e propriedades físico-químicas do pó. In: Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica, 6, 2012. **Anais...** Jaguariúna: CIIC, 2012.

LAOKULDILOK, T.; KANHA, N. Effects of processing conditions on powder properties of black glutinous rice (*Oryza sativa* L.) bran anthocyanins produced by spray drying and freeze drying. **LWT - Food Science and Technology**, Zürich, v. 64, n. 1, p. 405-411, 2015.

LEE, F. Y.; WHITE, C. H. Effect of ultrafiltration retentates and whey protein concentrates on ice cream quality during storage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 4, p. 1170-1180, 1991.

LEE, K. T.; FARID, M.; NGUANG, S. K. The mathematical modelling of the rehydration characteristics of fruits. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 72, n. 1, p. 16-23, 2006.

LEÓN-MARTÍNEZ, F. M.; MÉNDEZ-LAGUNAS, L. L.; RODRÍGUEZ-RAMÍREZ, J. Spray drying of nopal mucilage (*Opuntia ficus-indica*): Effects on powder properties and characterization. **Carbohydrate Polymers**, Kidlington, v. 81, n. 4, p. 864-870, 2010.

LEONG, S. Y.; OEY, I. Effects of processing on anthocyanins, carotenoids and vitamin C in summer fruits and vegetables. **Food Chemistry**, Oxford, v. 133, n. 4, p. 1577-1587, 2012.

LIMA, E. D. P. A.; LIMA, C. A. A.; ALDRIGUE, M. L.; GONDIM, P. J. S. Caracterização física e química dos frutos da umbu-cajazeira (*spondias spp*) em cinco estádios de maturação, da polpa congelada e néctar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 338-343, 2002.

LIMA, R. M. T.; FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; FIGUEIREDO, E. A. T.; RODRIGUES, C. S. Estabilidade química, físico-química e microbiológica de polpas de acerola pasteurizadas e não-pasteurizadas de cultivo orgânico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 2, p. 367-373, 2012.

LIRA JÚNIOR, J. S.; MUSSER, R. S.; MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LEDERMAN, I. E.; SANTOS, V. F. Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (*Spondias spp.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 757-761, 2005.

LIRA JÚNIOR, J. S.; MUSSER, R. S.; LEDERMAN, I. E.; MARTINS, L. S. S. Variabilidade entre genótipos de um banco de germoplasma de cajá-umbuzeiro (*Spondias spp.*) na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 2, p. 116-120, 2008.

LISBÔA, C. G. C.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Armazenamento de figo-da-índia em pó. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.2, p.216–221, 2012.

LIU, F.; CAO, X.; WANG, H.; LIAO, X. Changes of tomato powder qualities during storage. **Powder Technology**, London, v. 204, n. 1, p. 159-166, 2010.

LJUTOVAC, K. R.; PAPE, M. L.; GABORIT, P.; BARRUCAND, P. French goat milk cheeses: An overview on their nutritional and sensorial characteristics and their impacts on consumers' acceptance. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 101, n. 1, p. 64-72, 2011.

LOPES, V. C.; MARTINS, M. H. B.; CARVALHO, I. T. teor de ácido ascórbico e dehidroascórbico em polpas de acerola (*Malpighia glabra L.*) congeladas e

comercializadas na cidade do Recife-PE. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 15, n. 1, p. 1-8, 1997.

LORA, S. C. P.; PRUDÊNCIO, E. S.; BENEDET, H. D. Avaliação sensorial de sorvetes elaborados com leite de cabra. **Semina: Ciência Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 221-230, 2006.

LOUREIRO, M. N.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; OLIVEIRA, E. N. A. Armazenamento de buriti em pó: Efeito da embalagem nas características físicas e químicas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1092-1100, 2013.

LUIZ, D. J.; SIMÕES, B. N.; TAMOSTU, S. R.; CASALE, A. A. L.; WALTER DE, S. E. H. Avaliação físico-química e microbiológica do leite UHT comercializado em três países do Mercosul (Brasil, Argentina e Paraguai). **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 60, n. 3, p.261-269, 2010.

MADAMBA, P. S.; DRISCOLL, R. H.; BUCKLE, K. A. Thin-layer drying characteristics of garlic slices. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 29, n. 1, p. 75-97, 1996.

MAGRO, N. G. D.; COELHO, S. R. M.; HAIDA, K. S.; BERTÉ, S. D. MORAES, S. S. Comparação físico-química de frutos congelados de *Butia eriospatha* (Mart.) Becc. do Paraná e Santa Catarina, Brasil. **Revista Varia Scientia**, Cascavel, v. 6, n. 11, p. 33-42, 2006.

MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; LIMA, A. S. **Processamento de sucos de frutas tropicais**. Fortaleza: UFC, 2007. 320 p.

MALDONADO-ASTUDILLO, Y. I.; ALIA-TEJACAL, I.; NÚÑEZ-COLÍN, C. A.; JIMÉNEZ-HERNÁNDEZ, J.; PELAYO-ZALDÍVAR, C.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, V.; ANDRADE-RODRÍGUEZ, M.; BAUTISTA-BAÑOS, S.; VALLE-GUADARRAMA, S. Postharvest physiology and technology of *Spondias purpurea* L. and *S. mombin* L. **Scientia Horticulturae**, London, v. 174, n.2, p. 193-206, 2014.

MANNING, T.S.; GIBSON, G.R. Prebiotics. **Best Practice & Research Clinical Gastroenterology**, Amsterdam, v.18, n.2, p.287-298, 2004.

MANZOCCO, L.; RUMIGNANI, A.; LAGAZIO, C. Use of images in shelf life assessment of fruit salad. **Journal of Food Science**, Chicago, v.77, n.7, p.258-262, 2012.

MARINHO, M. V. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; SANTIAGO, V. M. S.; GOMES, J. P. Análise físico-química e sensorial de iogurte de leite de cabra com polpa de umbu. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 14, n. Especial, p. 497-510, 2012.

MAROULIS, Z.B.; TSAMI, E.; MARINOSKOURIS, D. Application of the GAB model to the moisture sorption isotherms for dried fruits. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 7, n. 1, p. 63-78, 1988.

MARQUES, L. G.; FERREIRA, M. C.; FREIRE, J. T. Freeze-drying of acerola (*Malpighia glabra* L.). **Chemical Engineering and Processing**, Amsterdam, v. 46, n. 5, p. 451-457, 2007.

MARQUES, L. G.; PRADO, M. M.; FREIRE, J. T. Rehydration characteristics of freeze-dried tropical fruits. **LWT - Food Science and Technology**, Zürich, n. 42, n. 7, p. 1232-1237, 2009.

MARQUES, A. Y. C.; DRAGANO, N. R.; LENQUISTE, S. A.; BATISTA, A. G.; PALAZZO, C. C.; MARÓSTICA JÚNIOR, M. R. Freeze-dried jaboticaba peel powder rich in anthocyanins did not reduce weight gain and lipid content in mice and rats. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 62, n. 1, p. 37-43, 2012.

MARTÍNEZ, F. M. L.; RAMÍREZ, J. R.; TORRES, L. L. M.; LAGUNAS, L. L. M.; BERNAD, M. J. B. Effects of drying conditions on the rheological properties of reconstituted mucilage solutions (*Opuntia ficus-indica*). **Carbohydrate Polymers**, Kidlington, v. 84, n. 1, p. 439-445, 2011.

MATTA, V. M.; CABRAL, L. M. C.; SILVA, L. F. M. Suco de acerola microfiltrado: avaliação da vida-de-prateleira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 293-297, 2004.

MAYER, H. K.; FIECHTER, G. Physical and chemical characteristics of sheep and goat milk in Austria. **International Dairy Journal**, Oxford, v. 24, n. 2, p. 57-63, 2012.

MEDEIROS, M. L.; LANNES, S. C. S. Propriedades físicas de substitutos do cacau. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, Suplemento 1, p. 243-253, 2010.

MEDEIROS, M. F. D.; ALSINA, O. L. S.; ROCHA, S. C.; JERÔNIMO, C. E. M.; MATA, A. L. M. L.; MEDEIROS, U. K. L.; FURTUNATO, A. A. Escoabilidade de leitos de partículas inertes com polpa de frutas tropicais. Efeitos na secagem em leite de jorro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 3, p. 475-480, 2001.

MEDINA, R. B.; OLISZEWSKI, R.; MUKDSI, M. C. A.; NIEUWENHOVE, C. P. V.; GONZÁLEZ, S. N. Sheep and goat's dairy products from South America: Microbiota and its metabolic activity. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 101, n. 1-3, p. 84-91 2011.

MEHRNOUSH, A.; TAN, C. P.; HAMED, M.; AZIZ, N. A.; LING, T. C. Optimisation of freeze drying conditions for purified serine protease from mango (*Mangifera indica* Cv. Chokanan) peel. **Food Chemistry**, Oxford, v. 128, n. 1, p. 158-164, 2011.

MELO, K. S. **Secagem por aspersão da polpa de atemóia**. 230 f. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2012.

MENDES, C. G.; SILVA, J. B. A.; ABRANTES, M. R. Caracterização organoléptica, físico-química, e microbiológica do leite de cabra: uma revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v.3, n.1, p.5-12, 2009.

MENEZES, E. M. S.; TORRES, A. T.; SRUR, A. U. S. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 2, p. 311-316, 2008.

MENEZES, C. C.; BORGES, S. V.; FERRUA, F. Q.; VILELA, C. P.; CARNEIRO, J. D. S. Influence of packaging and potassium sorbate on the physical, physicochemical and microbiological alterations of guava preserves. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 3, p. 674-680, 2011.

MESTAWET, T. A.; GIRMA, A.; ÅDNØY, T.; DEVOLD, T. G.; NARVHUS, J. A.; VEGARUD, G. E. Milk production, composition and variation at different lactation stages of four goat breeds in Ethiopia. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 105, n. 1/3, p. 176-181, 2012.

MICHALCZYK, M.; MACURA, R.; MATUSZAK, I. The effect of air-drying, freeze-drying and storage on the quality and antioxidant activity of some selected berries. **Journal of Food Processing and Preservation**, London, v. 33, n. 1, p. 11-21, 2009.

MILLER A.; SCHAAL, B. Domestication of a Mesoamerican cultivated fruit tree, *Spondias purpurea*. **Proceeding of the National Academy of Science of the United States of America**, Washington, v. 102, n. 36, p. 12801-12806, 2005.

MIN, B. R.; HART, S. P.; SAHLU, T.; SATTER, L. D. The effect of diets on milk production and composition, and on lactation curves in pastured dairy goats. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, n. 7, p. 2604-2615, 2005.

MOBHAMMER, M. R.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. Evaluation of different methods for the production of juice concentrates and fruit powders from cactus pear. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Amsterdam, v. 7, n. 4, p. 275-287, 2006.

MOLINA FILHO, L.; GONÇALVES, A. K. R.; MAURO, M. A.; FRASCARELI, E. C. Moisture sorption isotherms of fresh and blanched pumpkin (*Cucurbita moschata*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 3, p. 714-722, 2011.

MONTANUCI, F. D.; PIMENTEL, T. C.; GARCIA, S.; PRUDENCIO, S. H. Effect of starter culture and inulin addition on microbial viability, texture, and chemical characteristics of whole or skim milk Kefir. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 4, p. 850-861, 2012.

MORAES, L. R. V.; AZEVÊDO, L. C.; SANTOS, V. M. L.; LEITÃO, T. J. V. Estudo comparativo da desidratação de frutas para fins de infusão, por método tradicional e liofilização. **Revista Semiárido De Visu**, Petrolina, v.2, n.2, p.254-264, 2012.

MORAGA, G.; IGUAL, M.; MARTÍNEZ, E. G.; MOSQUERA, L. H.; NAVARRETE, N. M. Effect of relative humidity and storage time on the bioactive compounds and functional properties of grapefruit powder. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 112, n. 3, p. 191-199, 2012.

MORGAN, F.; GABORIT, P. The typical flavour of goat milk products: technological aspects. **International Journal of Dairy Technology**, Huntingdon, v. 54, n. 1, p. 38-40, 2001.

MOREIRA, A. C. C. G.; NASCIMENTO, J. D. M.; ANDRADE, R. A. M. S. MACIEL, M. I. S.; MELO, E. A. Fitoquímicos bioativos em frutos de genótipos de cajá-umbuzeiras. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 2, p. 235-241, 2012.

MOREIRA, T. B.; ROCHA, E. M. F. F.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. Comportamento das isotermas de adsorção do pó da polpa de manga liofilizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 10, p. 1093-1098, 2013.

MORZELLE, M. C.; LAMOUNIER, M. L.; SOUZA, E. C.; SALGADO, J. M.; VILAS-BOAS, E. V. B. Caracterização físico-química e sensorial de sorvetes à base de frutos do cerrado. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 67, n. 387, p. 70-78, 2012.

MOSQUERA, L. H.; MORAGA, G.; NAVARRETE, N. M. Effect of maltodextrin on the stability of freeze-dried borojó (*Borojoa patinoi* Cuatrec.) powder. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 97, n. 1, p. 72-78, 2010.

MOSQUERA, L. H.; MORAGA, G.; NAVARRETE, N. M. Critical water activity and critical water content of freeze-dried strawberry powder as affected by maltodextrin and arabic gum. **Food Research International**, Kidlington, v. 47, n. 2, p. 201-206, 2012.

MOSQUIM, M. C. A. **Fabricando sorvete com qualidade**. 1ª ed. São Paulo: Fonte Comunicações, 1999. 120 p.

MOURA, S. C. S. R.; BERBARI, S. A.; GERMER, S. P. M.; ALMEIDA, M. E. M.; FEFIM, D. A. Determinação da vida-de-prateleira de maçã-passa por testes acelerados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 141-148, 2007.

MOURA, C. L. A.; PINTO, G. A. S.; FIGUEIREDO, R. W. Processamento e utilização da polpa de cajá (*Spondias mombin* L.). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 237-252, 2011.

MUSE, R. W.; HARTEL, R. W. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, n. 1, p. 1-10, 2004.

NARAIN, N.; FERREIRA, D. S.; ARAGÃO, G. C.; ARAGÃO, W. M. Tecnologia do processamento. In: SILVA JÚNIOR, J. F.; LÉDO, A. S. **A cultura da mangaba**. 1ª ed. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. p. 220-232.

NARAIN, N.; GALVÃO, M. S.; MADRUGA, M. S. Volatile compounds captured through purge and trap technique in caja-umbu (*Spondias* sp.) fruits during maturation. **Food Chemistry**, Oxford, v. 102, n. 3, p. 726-731, 2007.

NDOYE, F. T.; ALVAREZ, G. Characterization of ice recrystallization in ice cream during storage using the focused beam reflectance measurement. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 148, n. 1, p. 24-34, 2015.

NUALKAEKUL, S.; DEEPIKA, G.; CHARALAMPOPOULOS, D. Survival of freeze dried *Lactobacillus plantarum* in instant fruit powders and reconstituted fruit juices. **Food Research International**, Kidlington, v. 48, n. 2, p. 627-633, 2012.

OBEROI, D. P. S.; SOGI, D. S. Effect of drying methods and maltodextrin concentration on pigment content of watermelon juice powder. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 165, n.2, p. 172-178, 2015.

OBÓN, J. M.; CASTELLAR, M. R.; ALACID, M.; FERNÁNDEZ-LOPÉZ, J. A. Production of a red-purple food colorant from *Opuntia Stricta* fruits by spray drying and its application in food model systems. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 90, n.4, p. 471-479, 2009.

OIKONOMOPOULOU, V. P.; KROKIDA, M. K.; KARATHANOS, V. T. The influence of freeze drying conditions on microstructural changes of food products. **Procedia Food Science**, London, v. 1, n. 1, p. 647-654, 2011.

OKURA, M. H.; RABELO, T. M.; MIGUEL, D. P.; FREITAS, M. P. Avaliação microbiológica em amostras de sorvetes, coletadas no município de Uberaba, MG. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 23, n. 172, p. 166-169, 2009.

OLIVEIRA, G. S. **Aplicação do processo de liofilização na obtenção de cajá em pó: avaliação das características físicas, físico-químicas e higroscópicas**. 83 f. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012a.

OLIVEIRA, E. N. A. **Processamento, caracterização e armazenamento de geleia tradicional e dietética de umbu-cajá**. 225 f. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2012b.

OLIVEIRA, A. S. **Secagem por aspersão da polpa do mandacaru**. 200 f. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2012c.

OLIVEIRA, L. B.; JURKIEWICZ, C. H. Influência de inulina e goma acácia na viabilidade de bactérias probióticas em leite fermentado simbiótico. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 2, p. 138-144, 2009.

OLIVEIRA, A. L.; SILVA, M; G. F.; SOBRAL, P. J. A.; OLIVEIRA, C. A. F.; HABITANTE, A. M. Q. B. Propriedades físicas de misturas para *sherbet* de mangaba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 6, p. 581-586, 2005.

OLIVEIRA, F. M. N.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Análise comparativa de polpas de pitanga integral, formulada e em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.8, n.1, p.25-33, 2006.

OLIVEIRA, R. P. S.; PEREGO, P.; CONVERTI, A.; OLIVEIRA, M. N. Growth and acidification performance of probiotics in pure culture and co-culture with *Streptococcus thermophilus*: The effect of inulin. **LWT - Food Science and Technology**, Zürich, v. 42, n. 5, p. 1015-1021, 2009.

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C.; SOUSA, F. C.; MARTINS, J. N.; OLIVEIRA, S. P. A. Obtenção de ubaia desidratada pelo processo de liofilização. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 4, n. 2, p. 235-242, 2010.

OLIVEIRA, V. S.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. Caracterização físico-química e comportamento higroscópico de sapoti liofilizado. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 342-348, 2011a.

OLIVEIRA, C. J. B.; HISRICH, E. R.; MOURA, J. F. P.; GIVISIEZ, P. E. N.; COSTA, R. G.; GEBREYES, W. A. On farm risk factors associated with goat milk quality in Northeast Brazil. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 98, n. 1-3, p. 64-69, 2011b.

OLIVEIRA, M. I. S.; TONON, R. V.; NOGUEIRA, R. I. CABRAL, L. M. C. Estabilidade da polpa de morango atomizada utilizando diferentes agentes carreadores. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 4, p. 310-318, 2013.

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C.; SANTOS, Y. M. G.; ROCHA, A. P. T.; ALMEIDA, E. C. Obtenção da polpa de mandacaru em pó pelo processo de liofilização. **Magistra**, Cruz das almas, v. 26, n. Especial, p. 1991-1994, 2014a.

OLIVEIRA, G. S.; COSTA, J. M. C.; AFONSO, M. R. A. Caracterização e comportamento higroscópico do pó da polpa de cajá liofilizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 10, p. 1059-1064, 2014b.

OLIVEIRA, D. M.; CLEMENTE, E.; COSTA, J. M. C. Hygroscopic behavior and degree of caking of grugru palm (*Acrocomia aculeata*) powder. **Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 51, n. 10, p. 2783-9, 2014c.

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C.; GOMES, J. P.; ROCHA, A. P. T.; SILVA, W. P. Physicochemical stability of diet umbu-caja jams stored under ambient conditions. **Journal of Food Processing and Preservation**, London, v. 39, n. 1, p. 70-79, 2015a.

OLIVEIRA, A. S.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; BRITO, J. G. Estabilidade da polpa do *Cereus jamacaru* em pó durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 2, p. 147-153, 2015b.

ORDOÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos: componentes dos alimentos e processos**. 1ª ed. Porto Alegre: Editora Atmed, 2005. 294 p.

OSORIO, C.; FORERO, D. P.; CARRIAZO, J. G. Characterisation and performance assessment of guava (*Psidium guajava* L.) microencapsulates obtained by spray-drying. **Food Research International**, Kidlington, v. 44, n. 5, p. 1174-1181, 2011.

PALACIOS, I.; GUILLAMÓN, E.; LAFUENTE, A. G.; VILLARES, A. Effects of freeze-drying treatment on the aromatic profile of *tuber* spp. Truffles. **Journal of Food Processing and Preservation**, London, v. 36, n. 6, p. 1-6, 2012.

PAN, Z.; SHIH, C.; MCHUGH, T. H.; HIRSCHBERG, E. Study of banana dehydration using sequential infrared radiation heating and freeze-drying. **LWT - Food Science and Technology**, Zürich, v. 41, n. 10, p. 1944-1951, 2008.

PANDYA, A. J.; GHODKE, K. M. Goat and sheep milk products other than cheeses and yoghurt. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 68, n. 1-2, p. 193-206, 2007.

PARK, Y. W.; JUÁREZ, M.; RAMOS, M.; HAENLEIN, G. F. W. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 68, n. 1/2, p. 88-113, 2007.

PAULA, C. M.; PORTELA, M. C. C.; PAULA, J. A.; PEREIRA, J. O. P.; SANTOS, K. M. O. **Sorvete potencialmente probiótico de leite de cabras, sabor morango, adoçado com açúcar e mel de abelhas africanizadas**. In: MOTA, A. S. M. F. Coletânea BITEC 2008-2010. 8 ed. Brasília: CNI, SENAI, IEL, SEBRAE, 2010. p. 89-102.

PAULINELLI, H. R.; LAMOUNIER, M. L.; PENONI, N.; CARLOS, F. G.; MAGALHÃES, M. L. Desenvolvimento de sorvete de mirtilo (*Vaccinium myrtillus*) enriquecido com semente de chia (*Salvia hispanica*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 9, n. 2: p. 1962-1972, 2015.

PAVAN, M. A.; SCHMIDT, S. J.; FENG, H. Water sorption behavior and thermal analysis of freeze-dried, refractance window-dried and hot-air dried açai (*Euterpe oleracea* Martius) juice. **LWT - Food Science and Technology**, Zürich, v. 48, n. 1, p. 75-81, 2012.

PAZIANOTTI, L. BOSSO, A. A.; CARDOSO, S.; COSTA, M. R.; SIVIERI, K. Características microbiológicas e físico-químicas de sorvetes artesanais e industriais comercializados na região de Arapongas-PR. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 65, n. 377, p. 15-20, 2010.

PEARSON, D. **The Chemical Analysis of Foods**. 9<sup>th</sup> ed. Churchill Livingstone Publisher, London, 1991. 604 p.

PEDRO, M. A. M.; TELIS-ROMERO, J.; TELIS, V. R. N. Effect of drying method on the adsorption isotherms and isosteric heat of passion fruit pulp powder. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 4, p. 993-1000, 2010.

PENA, R. S.; MENDONÇA, N. B.; ALMEIDA, M. D. C. Comportamento higroscópico do açaí em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 153-161, 2010

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

PEREIRA, P. A. P.; RAMOS, T. M.; GAJO, A. A.; GOMES, U. J. Viabilidade da utilização de queijo tipo ricota na elaboração de pão de queijo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 11, p. 2356-2360, 2010.

PIMENTEL, T. C.; GARCIA, S.; PRUDENCIO, S. H. Aspectos funcionais, de saúde e tecnológicos de frutanos tipo inulina. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 30, n. 1, p. 103-118, 2012.

PINTOR, A.; TOTOSAUS, A. Ice cream properties affected by lambda-carrageenan or iota-carrageenan interactions with locust bean gum/carboxymethylcellulose mixtures. **International Food Research Journal**, Kuala Lumpur, v. 19, n. 4, p. 1409-1414, 2012.

PISANU, S.; MAROGNA, G.; PAGNOZZI, D.; PICCININI, M.; LEO, G.; TANCA, A.; ROGGIO, A. M.; ROGGIO, T.; UZZAU, S.; ADDIS, M. F. Characterization of size and composition of milk fat globules from Sarda and Saanen dairy goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 109, n. 2-3, p. 141-151, 2013.

POLICARPO, V. M. N.; BORGES, S. V.; ENDO, E.; CASTRO, F. T.; DAMICO, A. A.; CAVALCANTI, N. B. Estabilidade da cor de doces em massa de polpa de umbu (*Spondias Tuberosa* Arr. Cam.) no estágio de maturação verde. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1102-1107, 2007.

POORAN, A.; SEEPERSADSINGH, N.; GEORGES, K.; ADESIYUN, A. A. Evaluation of the bacteriological quality of ice cream sold in Trinidad. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Helsinki, v. 10, n. 2, p. 39-45, 2012.

PORTE, A.; REZENDE, C. M.; ANTUNES, O. A. C.; MAIA, L. H. Redução de aminoácidos em polpas de bacuri (*Platonia insignis* Mart), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Willd ex-Spreng Schum) e murici (*Byrsonima crassifolia* L.) processado (aquecido e alcalinizado). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 3, p. 573-578, 2010.

POTTER, N. N. **Food Science**. Westport: AVI, 1968. p. 478-517.

PRASAD, H.; TEWARI, H. A.; SENGAR, O. P. S. Milk yield and composition of the beetal breed and their crosses with Jamunapari, Barbari and Black Bengal breeds of goat. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 58, n. 2, p. 195-199, 2005.

PRATI, P.; MORETTI, R. H.; CARDELLO, H. M. A. B.; GÂNDARA, A. L. N. Estudo da vida-de-prateleira de bebida elaborada pela mistura de garapa parcialmente clarificada estabilizada e suco natural de maracujá. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 295-310, 2004.

PUA, C. K.; HAMID, N. S. A.; TAN, C. P.; MIRHOSSEINI, H.; RAHMAN, R. A.; RUSUL, G. Storage stability of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) powder packaged in aluminium laminated polyethylene and metallized co-extruded biaxially oriented polypropylene during storage. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 89, n. 4, p. 419-428, 2008.

QIAO, F.; FANG, C.; HUANG, L.; ZHANG, S. The effect of different heating patterns on vacuum freeze-drying of litchi pulp. **Journal of Food Process Engineering**, Trumbull, v. 36, n. 4, p. 407-411, 2013.

QUE, F.; MAO, L.; FANG, X.; WU, T. Comparison of hot air-drying and freeze-drying on the physicochemical properties and antioxidant activities of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) flours. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 43, n. 7, p. 1195-1201, 2008.

QUEK, S. Y.; CHOK, N. K.; SWEDLUND, P. The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. **Chemical Engineering and Processing**, Amsterdam, v. 46, n. 5, p. 386-392, 2007.

QUEIROGA, R. C. R. E.; SOUSA, Y. R. F.; SILVA, M. G. F.; OLIVEIRA, M. E. G.; SOUSA, H. M. H.; OLIVEIRA, C. E. V. Elaboração de iogurte com leite caprino e geleia de frutas tropicais. **Revista do IAL**, São Paulo, v. 70, n. 4, p. 489-96, 2011.

QUEIROGA, R. C. R. E.; SANTOS, B. M.; GOMES, A. M. P.; MONTEIRO, M. J.; TEIXEIRA, S. M.; SOUZA, E. L.; PEREIRA, C. J. D.; PINTADO, M. M. E. Nutritional, textural and sensory properties of coalho cheese made of goats', cows' milk and their mixture. **LWT - Food Science and Technology**, Zürich, v. 50, n. 2, p. 538-544, 2013.

RAHARITSIFA, N.; RATTI, C. Foam-mat freeze-drying of apple juice part 2: stability of dry products during storage. **Journal of Food Process Engineering**, Trumbull, v. 33, Supl. 1, p. 341-364, 2010.

RANADHEERA, C. S.; EVANS, C. A.; ADAMS, M. C.; BAINES, S. K. Probiotic viability and physico-chemical and sensory properties of plain and stirred fruit yogurts made from goat's milk. **Food Chemistry**, Oxford, v. 135, n. 3, p. 1411-1418, 2012a.

RANADHEERA, C. S.; EVANS, C. A.; ADAMS, M. C.; BAINES, S. K. In vitro analysis of gastrointestinal tolerance and intestinal cell adhesion of probiotics in goat's milk ice cream and yogurt. **Food Research International**, Kidlington, v. 49, n. 2, p. 619-625, 2012b.

RANADHEERA, C. S.; EVANS, C. A.; ADAMS, M. C.; BAINES, S. K. Production of probiotic ice cream from goat's milk and effect of packaging materials on product quality. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 112, n. 1-3, p. 174-180, 2013.

RANGEL, A. H. N.; PEREIRA, T. I. C.; ALBUQUERQUE NETO, M. C.; MEDEIROS, H. R.; ARAÚJO, V. M.; NOVAIS, L. P.; ABRANTES, M. R.; LIMA JÚNIOR, D. M. Produção e qualidade do leite de cabras de torneios leiteiros. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, n. 2, p. 145-151, 2012.

RAWSON, A.; TIWARI, B. K.; TUOHY, M. G.; O'DONNELL, C. P.; BRUNTON, N. Effect of ultrasound and blanching pretreatments on polyacetylene and carotenoid content of hot air and freeze dried carrot discs. **Ultrasonics Sonochemistry**, Amsterdam, v. 18, n. 5, p. 1172-1179, 2011.

RHIM, J. W.; KOH, S.; KIM, J. M. Effect of freezing temperature on rehydration and water vapor adsorption characteristics of freeze-dried rice porridge. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 104, n. 4, p. 484-491, 2011.

RIBEIRO, A. C.; RIBEIRO, S. D. A. Specialty products made from goat milk. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 89, n. 2-3, p. 225-233, 2010.

RIBEIRO JÚNIOR, J. C.; BELOTI, V.; SILVA, L. C. C.; TAMANINI, R. Avaliação da qualidade microbiológica e físicoquímica do leite cru refrigerado produzido na região de Ivaiporã, Paraná. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 68, n. 392, p. 5-11, 2013.

ROBERFROID, M. B. Introducing inulin-type fructans. **British Journal of Nutrition**, London, v. 93, Supl. 1, p. 13-25, 2005.

ROBERFROID, M. B. Inulin-type fructans: functional food ingredients. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 137, n. 11, p. 2493-2502, 2007.

RODRIGUES, H. N. B.; SOUZA, P. A.; COELHO, E. L.; SOUZA, F. X.; FREITAS, R. V. S. Qualidade de frutos de cajazeira em diferentes estádios de maturação provenientes de clones cultivados no Ceará-CE. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 3, p. 38-43, 2012.

RODRIGUEZ, V. A.; CRAVERO, B. F.; ALONSO, A. Proceso de elaboración de yogur deslactosado de leche de cabra. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, Supl. 1, p. 109-115, 2008.

ROMAN, J. A.; SGARBIERI, V. C. Obtenção e caracterização química e nutricional de diferentes concentrados de caseína. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 18, n.1, p. 75-83, 2005.

RUFINO, M. O. A.; ALVES, A. A.; RODRIGUES, M. M.; MOURA, R. L.; CAVALCANTE, A. C. R.; ROGÉRIO, M. C. P. Goat milk production and quality on Tanzania-grass pastures, with supplementation. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 34, n. 4, p. 417-423, 2012.

SABATINI, D. R.; SILVA, K. M.; PICININ, M. E.; DEL SANTO, V. R.; SOUZA, G. B.; PEREIRA, C. A. M. Composição centesimal e mineral da alfarroba em pó e sua utilização na elaboração e aceitabilidade em sorvete. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 1, p. 129-136, 2011.

SACRAMENTO, C. K.; SOUSA, F. X. **Cajá (*Spondias mombin* L.)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 52p. (Série Frutas Nativas, n. 4).

SACRAMENTO, C. K.; MATOS, C. B.; SOUZA, C. N.; BARRETTO, W. S.; FARIA, J. C. Características físicas, físico-químicas e químicas de cajás oriundos de diversos municípios da região sul da Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 19, n. 4, p. 283-289, 2007.

SANTANA, L. R. R.; MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L. Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya* L.): Avaliação tecnológica dos frutos na forma de sorvete. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, Suplemento, p. 151-155, 2003.

SANTANA, I. B. B.; OLIVEIRA, E. J.; SOARES FILHO, W. S.; RITZINGER, R.; AMORIM, E. P.; COSTA, M. A. P. C.; MOREIRA, R. F. C. Variabilidade genética entre acessos de umbu-cajazeira mediante análise de marcadores ISSR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 868-876, 2011a.

SANTANA, I. A.; RIBEIRO, E. P.; IGUTI, A. M. Evaluation of green coconut (*Cocos nucifera* L.) pulp for use as milk, fat and emulsifier replacer in ice cream. **Procedia Food Science**, London, v. 1, n. 1, p. 1447-1453, 2011b.

SANTO, E. F. E.; LIMA, L. K. F.; TORRES, A. P. C.; OLIVEIRA, G.; PONSANO, E. H. G. Comparison between freeze and spray drying to obtain powder *Rubrivivax gelatinosus* biomass. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 33, n. 1, p. 47-51, 2013.

SANTOS, G. G. Processamento, tecnologia e substitutos de sacarose. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, Valinhos, v. 13, n. 2, p. 95-109, 2009a.

SANTOS, A. P. **Caracterização de frutos e enraizamento de estacas de umbu-cajazeiras**. 2009b. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, 2009b.

SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R. Inter-relações genéticas entre espécies do gênero spondias com base em marcadores AFLP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 731-735, 2008.

SANTOS, G. G.; SILVA, M. R. Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomez) ice cream prepared with fat replacers and sugar substitutes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 3, p. 621-628, 2012.

SANTOS, W. S.; CARVALHO, C. A. L.; NASCIMENTO, A. S.; MARQUES, O. M.; FONSECA, A. A. O. Infestação natural de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) em umbu-cajá no município de Cruz das Almas, recôncavo baiano. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 859-860, 2005.

SANTOS, M. S.; PETKOWICZ, C. L. O.; PEREIRA NETTO, A. B.; WOSIACKI, G.; NOGUEIRA, A.; CARNEIRO, E. B. B. Propriedades reológicas de doce em massa de araçá vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 1, n. 2, p. 104-116, 2007.

SANTOS, M. B.; CARDOSO, R. L.; FONSECA, A. A. O.; CONCEIÇÃO, M. N. Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa* X *S. mombin*) provenientes do recôncavo sul da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1089-1097, 2010a.

SANTOS, A. P.; REBOUÇAS, T. N. H.; SOUZA, J. C. C.; BONOMO, R. C. F.; SILVA, L. M. Caracterização e avaliação da qualidade de sopas desidratadas elaboradas com farinha de batata durante o tempo de armazenamento. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 28, n. 1, p. 57-68, 2010b.

SANTOS, S. F.; BOMFIM, M. A. D.; CÂNDIDO, M. J. D.; SILVA, M. M. C.; PEREIRA, L. P. S.; SOUZA NETO, M. A.; GARRUTI, D. S.; SEVERINO, L. S. Efeito da casca de mamona sobre a produção, composição e ácidos graxos do leite de cabra. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 60, n. 229, p. 113-122, 2011a.

SANTOS, T. C. P.; ALFARO, C. E. P.; FIGUEIREDO, S. M. Aspectos sanitários e de manejo em criações de caprinos e ovinos namicrorregião de patos, região semi-árida da Paraíba. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.1 2, n.2, p. 206 - 21 2, 2011b.

SANTOS, J. P. V.; GOULART, S. M.; RAMOS, A. M. Influência da adição de inulina nas características físico-químicas e sensoriais do doce de leite cremoso. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 67, n. 388, p. 35-40, 2012a.

SANTOS, D. C.; MARTINS, J. N.; OLIVEIRA, E. N. A.; FALCÃO, L. V. Caracterização de leite caprino comercializado na região do vale do Jaguaribe, Ceará. **Revista Verde**, Mossoró, v. 7, n. 2, p 289-295, 2012b.

SANTOS, M. B.; CARDOSO, R. L.; FONSECA, A. A. O.; CONCEIÇÃO, M. N.; AZEVEDO NETO, A. D. Avaliação físico-química e microbiológica de polpa de frutos de umbu-cajá, por métodos combinados. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 25, n. 1, p. 7-13, 2013a.

SANTOS, D. C.; OLIVEIRA, E. N. A.; MARTINS, J. N.; CELESTINO, S. S. R. Preparados sólidos para refrescos sabor laranja: estabilidade do ácido ascórbico e acidez total titulável. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 27, n. 216/217, p. 119-123, 2013b.

SANTOS, D. C.; MOREIRA, A. S.; OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, Y. M. G. Elaboração de bebida tipo néctar de graviola adoçada com mel de *Apis mellifera*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 4, p. 216-225, 2014a.

SANTOS, A. A. C.; FLORÊNCIO, A. K. G. D.; ROCHA, E. M. F. F.; COSTA, J. M. C. Avaliação físico-química e comportamento higroscópico de goiaba em pó obtida por *spray-dryer*. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 3, p. 508-514, 2014b.

SARDI, S. I.; SENA, G. S. R.; CAMPOS, G. S.; SANTOS, G. R.; MAIA NETO, A. L.; AVILA, L. N. Ocorrência de lentivírus de pequenos ruminantes no semiárido baiano e perfil da caprino/ovinocultura na região. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 13, n. 4, p. 494-503, 2012.

SARON, E. S.; DANTAS, S. T.; MENEZES, H. C.; SOARES, B. M. C.; NUNES, M. F. Estabilidade sensorial de suco de maracujá pronto para beber acondicionado em latas de aço. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 772-778, 2007.

SCHÖSSLER, K.; JÄGER, H.; KNORR, D. Novel contact ultrasound system for the accelerated freeze-drying of vegetables. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Amsterdam, v. 16, n. 1, p. 113-120, 2012.

SEBASTIANY, E.; REGO, E. R.; VITAL, M. J. S. Qualidade microbiológica de polpas de frutas congeladas. **Revista do IAL**, São Paulo, v. 68, n. 2, p. 224-31, 2009.

ŞENEL, E.; ATAMER, M.; GÜRSOY, A.; ÖZTEKIN, F. Ş. Changes in some properties of strained (Suzme) goat's yoghurt during storage. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 99, n. 2-3, p.171-177, 2011.

SEOLIN, V. J.; SCAPIM, M. R. S.; PIERETTI, G. G.; TONON, L. A. C.; MADRONA, G. S. Substituição de sacarose por frutooligosacarídeo em sorvete. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 7, n. 2, p. 106-1073, 2013.

SHARMA, A.; JANA, A. H.; CHAVAN, R. S. Functionality of milk powders and milk-based powders for end use applications: A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Chicago, v. 11, n.5, p. 518-528, 2012.

SILANIKOVE, N.; LEITNER, G.; MERIN, U.; PROSSER, C. G. Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 89, n. 2-3, p. 110-124, 2010.

SILVA, R. N. G.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; GALDINO, P. O. Armazenamento de umbu-cajá em pó. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1179-1184, 2005.

SILVA, M. B. L.; RAMOS, A. M. Composição química, textura e aceitação sensorial de doces em massa elaborados com polpa de banana e banana integral. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n.5, p. 551-554, 2009.

SILVA, V. N.; RANGEL, A. H. N.; BRAGA, A. P.; MAIA, M. S.; MEDEIROS, H. R. Influência da raça, ordem e ano de parto sobre a produção de leite caprino. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 3, n. 4, p. 146-150, 2009a.

SILVA, A. M. L.; GOMES, A. C. G.; MARTINS, B. A. Alterações físico-químicas e estudo enzimático da polpa de araticum (*Annona crassiflora* Mart). **Estudos**, Goiânia, v. 36, n. 5/6, p. 775-783, 2009b.

SILVA, P. D. L.; VARELA, M. S. S.; CORREIA, R. T. P. Composition, sensory evaluation and melting properties of caprine ice cream produced with different fat sources. **Revista do IAL**, São Paulo, 2010; v. 69, n. 3, p.341-345, 2010a.

SILVA, V. K. L.; FIGUEIREDO, R. W.; BRITO, E. S.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; FIGUEIREDO, E. A. T. Estabilidade da polpa do bacuri (*Platonia insignis* Mart.)

congelada por 12 meses. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1293-1300, 2010b.

SILVA, L. M. R.; LIMA, A. S.; MAIA, G. A.; RODRIGUES, M. C. P.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M. Desenvolvimento de bebidas mistas à base de cajá (*Spondias mombin* L.) E caju (*Anacardium occidentale*) enriquecidas com frutooligossacarídeos e inulina. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 61, n. 2, p. 209-215, 2011a.

SILVA, L. R.; ALVES, R. E.; ARAGÃO, F. A. S.; SILVA, S. M.; MAIA, L. K.; NOGUEIRA, D. H. Qualidade de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras (*Spondias* sp.) oriundos da microrregião de Iguatu, CE. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 7, n. 8, p. 1-7, 2011b.

SILVA, R. C. S. N.; MINIM, V. P. R.; VIDIGAL, M. C. R. T.; TEIXEIRA, J. A.; MORAES, L. E. S.; LUIZ PAULO LIMA; MINIM, L. A. Teor de gordura e de água: fatores determinantes na textura e na aceitabilidade de requeijão light. **Revista do IAL**, São Paulo, v. 71, n. 1, p. 118-126, 2012.

SILVA, A. C.; PIRES, A. C. S.; MARCONDES, M. I.; SILVA, M. F. Influência do tipo de leite nos parâmetros de textura e estabilidade de sorvete. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 68, n. 393, p. 26-35, 2013.

SILVA, L. R.; ALVES, R. E.; SILVA, S. M.; NOGUEIRA, D. H. Caracterização físico-química de frutos dos genótipos de umbu-cajazeiras oriundos da microrregião de Iguatu, CE. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 9, n. 1, p. 1647-1659, 2015a.

SILVA, P. D. L.; BEZERRA, M. F.; SANTOS, K. M. O.; CORREIA, R. T. P. Potentially probiotic ice cream from goat's milk: Characterization and cell viability during processing, storage and simulated gastrointestinal conditions. **LWT - Food Science and Technology**, Zürich, v. 62, n. 1, p. 452-457, 2015b.

SILVA JÚNIOR, E.; LANNES, S. C. S. Effect of different sweetener blends and fat types on ice cream properties. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 1, p. 217-220, 2011.

SILVEIRA, H. G.; QUEIROZ, N. A. S.; NETA, R. S. P.; RODRIGUES, M. C. P.; COSTA, J. M. C. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de sorvetes do tipo tapioca. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 1, p. 60-65, 2009.

SOFJAN, R. P.; HARTEL, R. W. Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice-cream. **International Dairy Journal**, Oxford, v. 14, n. 3, p.255-262, 2004.

SOGI, D. S.; SIDDIQ, M.; DOLAN, K. D. Total phenolics, carotenoids and antioxidant properties of Tommy Atkin mango cubes as affected by drying techniques. **LWT - Food Science and Technology**, Zürich, v. 62, n.1, p. 564-568, 2015.

SOKOLIŃSKA, D. C.; PIKUL, J.; WÓJTOWSKI, J.; DANKÓW, R.; TEICHERT, J.; RUNOWSKA, G. C.; BAGNICKA, E. Evaluation of quality of kefir from milk obtained from goats supplemented with a diet rich in bioactive compounds. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 95, n. 6, p. 1343-1349, 2015.

SONG, C. S.; NAM, J. H.; KIM, C.J.; RO, S. T. Temperature distribution in a vial during freeze-drying of skim milk. **Journal of Food Engineering**, Oxford, 2005, v. 67, n. 4, p. 467-475, 2005.

SOTO, M. U. R.; POWERS, J. R.; ALLDREDGE, J. R. Effect of mixing time, freeze-drying and baking on phenolics, anthocyanins and antioxidant capacity of raspberry juice during processing of muffins. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 92, n. 7, p. 1511-1518, 2012.

SOUKOULIS, C.; TZIA, C. Response surface mapping of the sensory characteristics and acceptability of chocolate ice cream containing alternate sweetening agents. **Journal of Sensory Studies**, Trumbull, v. 25, n. 1, p. 50-75, 2010.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; SILVA, M. J. M.; LIMA, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 554-559, 2011a.

SOUSA, V. M. C.; BUCHARLES, P.; MAURICIO, A. A.; SOUZA, F. C.; CIPOLLI, K. M. V. A. B.; CASTRO, C.D.P.C.; BOLINI, H.M.A. Avaliação sensorial de néctar de manga tradicional e light pelo método tempo-intensidade e aceitação do consumidor. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 3, p. 367-378, 2011b.

SOUSA, K. S. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; FERNANDES, T. K. S. Produção e caracterização da polpa de atemoia em pó. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 3, p. 718-728, 2015.

SOUZA, F. X.; COSTA, J. T. A. **Produção de mudas das *Spondias* cajazeira, cajaraneira, cirigueleira, umbu-cajazeira e umbuzeiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2010. 26 p. (Documentos, n. 133).

SOUZA, J. C. B.; COSTA, M. R.; RENSIS, C. M. V. B.; SIVIERI, K. Sorvete: composição, processamento e viabilidade da adição de probiótico. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 1, p. 155-165, 2010a.

SOUZA, R. L. A.; OLIVEIRA, L. S. C.; SILVA, F. L. H.; AMORIM, B. C. Caracterização da poligalacturonase produzida por fermentação semi-sólida utilizando-se resíduo do maracujá como substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 9, p. 987-992, 2010b.

SOUZA, D. S.; PIMENTEL, J. D. R.; MARQUES, L. G.; NARAIN, N. Estudo da cinética de reidratação do pó da polpa do abacate liofilizado. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 7, n. 6, p. 1-6, 2011a.

SOUZA, J. C. B.; GUERGOLETTO, K. B.; GARCIA, S.; SIVIERI, K. Viabilidade da adição de *Lactobacillus casei* (LC-1) protegido com trealose e goma acácia em sorvetes. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 2, p. 231-237, 2011b.

SOUZA, J. M.; SANTOS, E. C. G.; BRITO, N. J. N.; SILVA, G. A. Análise microbiológica dos sorvetes *self-service* sabor chocolate da cidade de Sinop-MT. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, p. 857-866, 2015.

SRISUVOR, N.; CHINPRAHAST, N.; PRAKITCHAIWATTANA, C.; SUBHIMAROS, S. Effects of inulin and polydextrose on physicochemical and sensory properties of low-fat set yoghurt with probiotic-cultured banana purée. **LWT - Food Science and Technology**, Zürich, v. 51, n. 1, p. 30-36, 2013.

STANLEY, D. W.; SMITH, A. K.; GOFF, H. D. Texturestructure relationships in foamed dairy emulsions. **Food Research International**, Kidlington, v. 29, n. 1, p. 1-13, 1996.

STOKLOSA, A. M.; LIPASEK, R. A.; TAYLOR, L. S.; MAUER, L. J. Effects of storage conditions, formulation, and particle size on moisture sorption and flowability of powders: A study of deliquescent ingredient blends. **Food Research International**, Kidlington, v. 49, n. 2, p. 783-791, 2012.

SYAMALADEVI, R. M.; SABLANI, S. S.; TANG, J.; POWERS, J.; SWANSON, B. G. Stability of anthocyanins in frozen and freeze-dried raspberries during long-term storage: in relation to glass transition. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 76, n. 6, p. 414-421, 2011.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4 ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA/UNICAMP, 2011. 161 p.

TÁRREGA, A.; ROCAFULL, A.; COSTELL, E. Effect of blends of short and long-chain inulin on the rheological and sensory properties of prebiotic low-fat custards. **LWT - Food Science and Technology**, Zürich, v. 43, n. 3, p. 556-562, 2010.

TATTINI JÚNIOR, V.; PARRA, D. F.; PITOMBO, R. N. M. Influência da taxa de congelamento no comportamento físico-químico e estrutural durante a liofilização da albumina bovina. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 127-136, 2006.

TAVARES FILHO, L. F. Q.; GODOY, R. C. B.; TESHIMA, E.; CARDOSO, R. L.; BARBOSA, P. R. S.; SANTANA, D. N. L. Avaliação microbiológica da polpa de cajá conservada por métodos combinados. **Revista do IAL**, São Paulo, v. 69, n. 4, p. 510-517, 2010.

TELIS, V. R. N.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N. Collapse and color changes in grapefruit juice powder as affected by water activity, glass transition, and addition of carbohydrate polymers. **Food Biophysics**, Concord, v. 4, n. 2, p. 83-93, 2009.

THARP, B. W. Os estabilizantes em sorvetes. **Sorvetes & casquinhas**, p. 48-54, 2009. Disponível em: <[http://www.insumos.com.br/sorvetes\\_e\\_casquinhas/materias/88.pdf](http://www.insumos.com.br/sorvetes_e_casquinhas/materias/88.pdf)>. Acesso em: 7 abr. 2013.

TIBURSKI, J. H.; ROSENTHAL, A.; DELIZA, R.; GODOY, R. L. O.; PACHECO, S. Nutritional properties of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) pulp. **Food Research International**, Kidlington, v. 44, n. 7, p. 2326-2331, 2011.

TIMMERMANN, E. O. Multilayer sorption parameters: BET or GAB values? **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, London, v. 220, n. 1-3, p. 235-260, 2003.

TIWARI, A.; SHARMA, H. K.; KUMAR, N.; KAUR, M. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of low-fat ice cream. **International Journal of Dairy Technology**, Huntingdon, v. 68, n. 3, p. 374-380, 2015.

TONON, R. V. **Secagem por atomização do suco de açaí: Influência das variáveis de processo, qualidade e estabilidade do produto**. 212 f. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

TONON, R. V.; BRABET, C.; PALLET, D.; BRAT, P.; HUBINGER, M. D. Physicochemical and morphological characterisation of açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.) powder produced with different carrier agents. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 44, n. 10, p. 1950-1958, 2009a.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Influência da temperatura do ar de secagem e da concentração de agente carreador sobre as propriedades físico-químicas do suco de açaí em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 444-450, 2009b.

TONON, R. V.; BRABET, C.; PALLET, D.; BRAT, P.; HUBINGER, M. D. Physicochemical and morphological characterisation of açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.) powder produced with different carrier agents. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 44, n. 10, p. 1950-1958, 2009c.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Anthocyanin stability and antioxidant activity of spray-dried açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) juice produced with different carrier agents. **Food Research International**, Kidlington, v. 43, n. 3, p. 907-914, 2010.

TONON, R. V.; FREITAS, S. S.; HUBINGER, M. D. Spray drying of açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.) juice: Effect of inlet air temperature and type of carrier agent. **Journal of Food Processing and Preservation**, London, v. 35, n. 5, p. 691-700, 2011.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Aplicação da secagem por atomização para a obtenção de produtos funcionais com alto valor agregado a partir do açaí. **Inclusão Social**, Brasília, v. 6 n. 2, p. 70-76, 2013.

TORALLES, R. P.; VENDRUSCOLO, J. L.; VENDRUSCOLO, C. T.; DEL PINO, F. A. B.; ANTUNES, P. L. Determinação das constantes cinéticas de degradação do ácido ascórbico em purê de pêssego: efeito da temperatura e concentração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 18-23, 2008.

TOREZAN, G. A. P.; PEZOA, G. N. H. Produção de geleia de manga através de processo contínuo de fabricação, rica em sólidos da fruta e sem adição de açúcares. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 17, 2000. **Anais...** Fortaleza: sbCTA, 2000.

TORRES, C.; MAROTO, M. C. D.; GUTIERREZ, I. H.; COELLO, M. S. P. Effect of freeze-drying and oven-drying on volatiles and phenolics composition of grape skin. **Analytica Chimica Acta**, Amstredam, v. 660, n. 1-2, p. 177-182, 2010.

TOSAKI, M.; KITAMURA, Y.; SATAKE, T.; TSURUTANI, T. J. Effects of homogenisation conditions on the physical properties of high-fat ice cream. **International Journal of Dairy Technology**, Huntingdon, v. 62, n.4, p. 577-583, 2009.

VALLE, J. L. E.; CAMPOS, S. D. S.; YOTSUYANAGI, K.; SOUZA, G. Influência do teor de gordura nas propriedades funcionais do queijo tipo mozzarella. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 669-673, 2004.

VARGHESE, K. S.; RADHAKRISHNA, K.; BAWA, A. S. Moisture sorption characteristics of freeze dried whey-grape beverage mix. **Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 51, n. 10, p. 2734-2740, 2014.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Leche y productos lácteos: tecnología, química e microbiología**. 1ª ed. Zaragoza: Editora Acribia, 1995. 476 p.

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

VIGANÓ, J.; AZUARA, E.; TELIS, V. R. N.; BERISTAIN, C. I.; JIMÉNEZ, M.; TELIS-ROMERO, J. Role of enthalpy and entropy in moisture sorption behavior of pineapple pulp powder produced by different drying methods. **Thermochimica Acta**, Amsterdam, v. 528, n. 1, p. 63-71, 2012.

VILLANOVA, J. C. O.; LIMA, T. H.; PATRÍCIO, P. S.; PEREIRA, F. V.; AYRES, E. Síntese e caracterização de *beads* acrílicos preparados por polimerização em suspensão visando aplicação como excipiente farmacêutico para compressão direta. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 124-131, 2012.

VISSOTTO, F. Z.; MONTENEGRO, F. M.; SANTOS, J. M.; OLIVEIRA, S. J. R. Avaliação da influência dos processos de lecitinização e de aglomeração nas propriedades físicas de achocolatado em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 666-671, 2006.

WARREN, M. M.; HARTEL, R. W. Structural, compositional, and sensorial properties of united states commercial ice cream products. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 79, n. 10, p. 2005-2013, 2014.

WEI, W.; MO, C.; GUOHUA, C. Issues in Freeze Drying of Aqueous Solutions. **Chinese Journal of Chemical Engineering**, Beijing, v. 20, n. 3, p. 551-559, 2012.

XU, W.; CHI, Y. J.; WANG, X. B.; CHEN, C. Functional properties of spray-dried and freeze-dried egg white proteins glycated with dextran. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Helsinki, v. 10, n. 3-4, p. 173-177, 2012.

YUKSEL, Z.; AVCI, E.; UYMAZ, B.; ERDEM, Y. K. General composition and protein surface hydrophobicity of goat, sheep and cow milk in the region of Mount Ida. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 106, n. 2/3, p. 137-144, 2012.

YUKSEL, A. K. The effects of blackthorn (*Prunus spinosa* L.) addition on certain quality characteristics of ice cream. **Journal of Food Quality**, Oxford, v. 38, n. 6, p. 413-421, 2015.

YUKSEL, A. K.; YUKSEL, M. Determination of certain microbiological quality characteristics of ice cream, detection of *Salmonella* by conventional and immunomagnetic separation methods and antibiotic susceptibility of *Salmonella* spp. isolates. **Journal of Food Safety**, Oxford, v. 35, n. 3, p. 385-394, 2015.

YUSOF, Y. A.; SALLEH, F. S. M.; CHIN, N. L.; TALIB, R. A. The drying and tableting of pitaya powder. **Journal of Food Process Engineering**, Trumbull, v. 35, n. 5, p.763-771, 2012.

ZIELINSKI, A. A. F.; ÁVILA, S.; ITO, V.; NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G.; HAMINIUK, C. W. I. The association between chromaticity, phenolics, carotenoids, and *in vitro* antioxidant activity of frozen fruit pulp in Brazil: An application of chemometrics. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 79, n. 4, p. 519-516, 2014.

ZOTARELLI, M. F.; PORCIUNCULA, B. D. A.; LAURINDO, J. B. A convective multi-flash drying process for producing dehydrated crispy fruits. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 108, n. 4, p. 523-531, 2012.

ZULETA, A., SAMBUCETTI, E. Inulin determination for food labeling. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 49, n. 10, p. 4570-4572, 2001.

**APÊNDICE A**

**TESTE DE ACEITAÇÃO**

**Nome:** \_\_\_\_\_ **Idade:** \_\_\_\_\_  
**Sexo:**  Masculino **Escolaridade:**  Alfabetizado  
 Feminino  Ensino médio  
 Superior incompleto  
 Superior completo

Você está recebendo 5 amostras de sorvetes prebióticos elaborados com leite de cabra, inulina e diferentes proporções de umbu-cajá em pó. Por favor, avalie as amostras utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque o valor da escala que melhor represente seu julgamento.

- 9 – Gostei Extremamente
- 8 – Gostei Muito
- 7 – Gostei Moderadamente
- 6 – Gostei Ligeiramente
- 5 – Indiferente
- 4 – Desgostei Ligeiramente
- 3 – Desgostei Moderadamente
- 2 – Desgostei Muito
- 1 – Desgostei Extremamente

Amostra	Cor	Aparência	Odor	Textura	Sabor	Impressão Global

Comentários: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**TESTE DE INTEÇÃO DE COMPRA**

Se este produto estivesse disponível no mercado, indique sua intenção de compra de acordo com a escala de 5 pontos abaixo:

- (1) Certamente não compraria
- (2) Possivelmente não compraria
- (3) Talvez comprasse / Talvez não comprasse
- (4) Possivelmente compraria
- (5) Certamente compraria

Amostra	Impressão Global

### QUESTIONÁRIO

1. Você consome sorvete com que frequência?  
( ) Diariamente ( ) Semanalmente ( ) Mensalmente ( ) Anualmente ( ) Nunca
2. Você gosta de leite de cabra? ( ) Sim ( ) Não
3. Qual a frequência de consumo de derivados lácteos caprinos?  
( ) Diariamente ( ) Semanalmente ( ) Mensalmente ( ) Anualmente ( ) Nunca
4. Caso tenha respondido nunca na pergunta anterior, se os derivados caprinos estivessem acessíveis e com preço razoável você consumiria? ( ) Sim ( ) Não

Justificar: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Figura A.1** - Ficha de avaliação sensorial dos sorvetes prebióticos elaborados com leite de cabra, inulina e diferentes proporções de umbu-cajá em pó.

**APÊNDICE B**

**Tabela B.1** - Análise de variância do teor de água (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	1070,61385	356,87128	6308,1220**
Aditivos (A)	1	0,42895	0,42895	7,5822*
F × A	3	0,15141	0,05047	0,8921ns
Tratamentos	7	1071,19421	153,02774	2704,9464**
Resíduo	16	0,90517	0,05657	
Total	23	1072,09938		

\*Significativo em nível de 5%; \*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; ns - Não significativo; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela B.2** - Análise de variância do teor de proteínas (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	0,37740	0,12580	509,2110**
Aditivos (A)	1	0,00700	0,00700	28,3511**
F × A	3	0,00265	0,00088	3,5699*
Tratamentos	7	0,38705	0,05529	223,8134**
Resíduo	16	0,00395	0,00025	
Total	23	0,39101		

\*Significativo em nível de 5%; \*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela B.3** - Análise de variância do teor de lipídeos (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	0,00252	0,00084	18,2925**
Aditivos (A)	1	0,00054	0,00054	11,8038**
F × A	3	0,00021	0,00007	1,4932ns
Tratamentos	7	0,00326	0,00047	10,1658**
Resíduo	16	0,00073	0,00005	
Total	23	0,00400		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; ns - Não significativo; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela B.4** - Análise de variância do teor de cinzas (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	0,09408	0,03136	449,3154**
Aditivos (A)	1	1,23622	1,23622	17712,2873**
F × A	3	0,69115	0,23038	3300,9012**
Tratamentos	7	2,02145	0,28878	4137,5625**
Resíduo	16	0,00112	0,00007	
Total	23	2,02256		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela B.5** - Análise de variância do teor de carboidratos (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	1089,56239	363,18746	6805,4520**
Aditivos (A)	1	3,51098	3,51098	65,7891**
F × A	3	1,57466	0,52489	9,8354**
Tratamentos	7	1094,64802	156,37829	2930,2359**
Resíduo	16	0,85387	0,05337	
Total	23	1095,50190		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela B.6** - Análise de variância do valor energético (kcal/100 g) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	16753,97371	5584,65790	6498,2038**
Aditivos (A)	1	48,31406	48,31406	56,2173**
F × A	3	22,14373	7,38124	8,5887**
Tratamentos	7	16824,43150	2403,49021	2796,6564**
Resíduo	16	13,75065	0,85942	
Total	23	16838,18215		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela B.7** - Análise de variância dos sólidos solúveis totais (°Brix) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	1058,94567	352,98189	4435,3745**
Aditivos (A)	1	0,80667	0,80667	10,1361**
F × A	3	0,27667	0,09222	1,1588ns
Tratamentos	7	1060,02900	151,43271	1902,8194**
Resíduo	16	1,27333	0,07958	
Total	23	1061,30233		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; ns – Não significativo; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela B.8** - Análise de variância da acidez total titulável (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	0,31890	0,10630	481,3585**
Aditivos (A)	1	0,00060	0,00060	2,7170ns
F × A	3	0,00030	0,00010	0,4528ns
Tratamentos	7	0,31980	0,04569	206,8787**
Resíduo	16	0,00353	0,00022	
Total	23	0,32333		

\*Significativo em nível de 5%; \*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; ns – Não significativo; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela B.9** - Análise de variância do pH das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	0,56043	0,18681	2802,1667**
Aditivos (A)	1	0,98415	0,98415	14762,2500**
F × A	3	0,35535	0,11845	1776,7500**
Tratamentos	7	1,89993	0,27142	4071,2857**
Resíduo	16	0,00107	0,00007	
Total	23	1,90100		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela B.10** - Análise de variância da relação SST/ATT das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	588,75368	196,25123	4185,7604**
Aditivos (A)	1	0,63066	0,63066	13,4511**
F × A	3	0,21109	0,07036	1,5007ns
Tratamentos	7	589,59543	84,22792	1796,4621**
Resíduo	16	0,75017	0,04689	
Total	23	590,34560		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; ns – Não significativo; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela B.11** - Análise de variância dos teores de açúcares totais (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	4,40760	1,46920	287,2324**
Aditivos (A)	1	0,37884	0,37884	74,0647**
F × A	3	0,79856	0,26619	52,0404**
Tratamentos	7	5,58501	0,79786	155,9833**
Resíduo	16	0,08184	0,00512	
Total	23	5,66685		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela B.12** - Análise de variância dos teores de açúcares redutores (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	4,27151	1,42384	587,1333**
Aditivos (A)	1	2,12064	2,12064	874,4679**
F × A	3	0,76061	0,25354	104,5478**
Tratamentos	7	7,15276	1,02182	421,3587**
Resíduo	16	0,03880	0,00243	
Total	23	7,19156		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela B.13** - Análise de variância dos teores de açúcares não redutores (%) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	15,65138	5,21713	2204,8003**
Aditivos (A)	1	3,87364	3,87364	1637,0331**
F × A	3	2,28456	0,76152	321,8252**
Tratamentos	7	21,80958	3,11565	1316,7014**
Resíduo	16	0,03786	0,00237	
Total	23	21,84744		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela B.14** - Análise de variância dos teores de ácido ascórbico (mg/100 g) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	26,62957	8,87652	1336,1500**
Aditivos (A)	1	0,76885	0,76885	115,7318**
F × A	3	0,39648	0,13216	19,8938**
Tratamentos	7	27,79490	3,97070	597,6947**
Resíduo	16	0,10629	0,00664	
Total	23	27,90119		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela B.15** - Análise de variância da atividade de água das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	0,00001	0,00000	0,9394ns
Aditivos (A)	1	0,00003	0,00003	13,2545**
F × A	3	0,00001	0,00000	1,8121ns
Tratamentos	7	0,00005	0,00001	3,0727*
Resíduo	16	0,00004	0,00000	
Total	23	0,00009		

\*Significativo em nível de 5%; \*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; ns – Não significativo; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela B.16** - Análise de variância da luminosidade (L\*) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	77,92060	25,97353	619,5238**
Aditivos (A)	1	11,92860	11,92860	284,5224**
F × A	3	17,50273	5,83424	139,1591**
Tratamentos	7	107,35193	15,33599	365,7958**
Resíduo	16	0,67080	0,04193	
Total	23	108,02273		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela B.17** - Análise de variância da intensidade de vermelho (+a\*) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	4,63965	1,54655	106,0188**
Aditivos (A)	1	14,71100	14,71100	1008,4664**
F × A	3	7,67235	2,55745	175,3178**
Tratamentos	7	27,02300	3,86043	264,6394**
Resíduo	16	0,23340	0,01459	
Total	23	27,25640		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela B.18** - Análise de variância da intensidade de amarelo (+b\*) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	1,54945	0,51648	28,0633**
Aditivos (A)	1	11,94270	11,94270	648,9131**
F × A	3	11,93958	3,97986	216,2478**
Tratamentos	7	25,43173	3,63310	197,4066**
Resíduo	16	0,29447	0,01840	
Total	23	25,72620		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela B.19** - Análise de variância do ângulo de tonalidade (h\*) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	7,66454	2,55485	102,5987**
Aditivos (A)	1	12,33913	12,33913	495,5199**
F × A	3	5,77789	1,92596	77,3437**
Tratamentos	7	25,78156	3,68308	147,9067**
Resíduo	16	0,39842	0,02490	
Total	23	26,17998		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela B.20** - Análise de variância do croma (C\*) das polpas de umbu-cajá formuladas com diferentes concentrações de maltodextrina e goma arábica

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	1,45342	0,48447	30,2953**
Aditivos (A)	1	18,67587	18,67587	1167,8507**
F × A	3	15,85862	5,28621	330,5601**
Tratamentos	7	35,98791	5,14113	321,4881**
Resíduo	16	0,25587	0,01599	
Total	23	36,24378		

\*Significativo em nível de 5%; \*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; ns – Não significativo; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**APÊNDICE C**

**Tabela C.1** - Análise de variância do teor de água (%) das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	448,57994	149,52665	11108,0765**
Aditivos (A)	1	0,00616	0,00616	0,4576 ns
F × A	3	7,88375	2,62792	195,2234**
Tratamentos	7	456,46985	65,20998	4844,3367**
Resíduo	16	0,21538	0,01346	
Total	23	456,68523		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; ns – Não significativo; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.2** - Análise de variância do teor de proteínas (%) das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	28,14903	9,38301	2569,4780**
Aditivos (A)	1	1,24216	1,24216	340,1578**
F × A	3	0,41472	0,13824	37,8558**
Tratamentos	7	29,80590	4,25799	1166,0227**
Resíduo	16	0,05843	0,00365	
Total	23	29,86433		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.3** - Análise de variância do teor de lipídeos (%) das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	0,24525	0,08175	222,9508**
Aditivos (A)	1	0,00000	0,00000	0,0114ns
F × A	3	0,00195	0,00065	1,7689ns
Tratamentos	7	0,24720	0,03531	96,3101**
Resíduo	16	0,00587	0,00037	
Total	23	0,25306		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; ns – Não significativo; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.4** - Análise de variância do teor de cinzas (%) das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	253498	0,84499	109,9979**
Aditivos (A)	1	16,11234	16,11234	2097,4412**
F × A	3	8,72205	2,90735	378,4672**
Tratamentos	7	27,36937	3,90991	508,9766**
Resíduo	16	0,12291	0,00768	
Total	23	27,49228		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.5** - Análise de variância do teor de carboidratos (%) das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	803,38693	267,79564	25074,2670**
Aditivos (A)	1	25,52371	25,52371	2389,8380**
F × A	3	27,31878	9,10626	852,6383**
Tratamentos	7	856,22942	122,31849	11452,9363**
Resíduo	16	0,17088	0,01068	
Total	23	856,40030		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.6** - Análise de variância do valor energético (kcal/100 g) das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	7808,74237	2602,91412	29171,9176**
Aditivos (A)	1	247,49361	247,49361	2773,7615**
F × A	3	395,69215	131,89738	1478,2276**
Tratamentos	7	8451,92813	1207,41830	13532,0282**
Resíduo	16	1,42763	0,08923	
Total	23	8453,35576		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.7** - Análise de variância dos sólidos solúveis totais (°Brix) das polpas de umbu-cajá em pó

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Formulações (F)	3	125,11458	41,70486	199,4851**
Aditivos (A)	1	3,01042	3,01042	14,3996**
F × A	3	2,36458	0,78819	3,7701*
Tratamentos	7	130,48958	18,64137	89,1665**
Resíduo	16	3,34500	0,20906	
Total	23	133,83458		

\*Significativo em nível de 5%; \*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.8** - Análise de variância da acidez total titulável (%) das polpas de umbu-cajá em pó

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Formulações (F)	3	375,86586	125,28862	49256,6895**
Aditivos (A)	1	0,30048	0,30048	118,1328**
F × A	3	0,11202	0,03734	14,6806**
Tratamentos	7	376,27836	53,75405	21133,1776**
Resíduo	16	0,04070	0,00254	
Total	23	376,31906		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.9** - Análise de variância do pH das polpas de umbu-cajá em pó

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Formulações (F)	3	2,23935	0,74645	16286,1818**
Aditivos (A)	1	1,05002	1,05002	22909,4545**
F × A	3	0,71648	0,23883	5210,7879**
Tratamentos	7	4,00585	0,57226	12485,7662**
Resíduo	16	0,00073	0,00005	
Total	23	4,00658		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.10** - Análise de variância da relação SST/ATT das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	1169,02497	389,67499	12020,0726**
Aditivos (A)	1	2,35918	2,35918	72,7721**
F × A	3	1,23693	0,41231	12,7183**
Tratamentos	7	1172,62107	167,51730	5167,3064**
Resíduo	16	0,51870	0,03242	
Total	23	1173,13977		

\*Significativo em nível de 5%; \*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; ns – Não significativo; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.11** - Análise de variância dos açúcares totais (%) das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	3616,44345	1205,48115	12536,6064**
Aditivos (A)	1	2,91887	2,91887	30,3553**
F × A	3	1,67009	0,55670	5,7895**
Tratamentos	7	3621,03242	517,29035	5379,6490**
Resíduo	16	1,53851	0,09616	
Total	23	3622,57093		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.12** - Análise de variância dos açúcares redutores (%) das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	4679,87978	1559,95993	1951159,78**
Aditivos (A)	1	121,36117	121,36117	151795,59**
F × A	3	55,93630	18,64543	23321,2507**
Tratamentos	7	4857,17724	693,88246	867891,24**
Resíduo	16	0,01279	0,00080	
Total	23	4857,19003		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.13** - Análise de variância dos açúcares não redutores (%) das polpas de umbu-  
cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	71,61045	23,87015	1060,0082**
Aditivos (A)	1	78,19044	78,19044	3472,2242**
F × A	3	43,72958	14,57653	647,3038**
Tratamentos	7	193,53048	27,64721	1227,7372**
Resíduo	16	0,36030	0,02252	
Total	23	193,89078		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.14** - Análise de variância dos teores de ácido ascórbico (mg/100 g) das polpas de  
umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	33122,09577	11040,69859	259561,04**
Aditivos (A)	1	9,71790	9,71790	228,4628**
F × A	3	14,48682	4,82894	113,5258**
Tratamentos	7	33146,30049	4735,18578	111321,74**
Resíduo	16	0,68058	0,04254	
Total	23	33146,98107		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.15** - Análise de variância da atividade de água das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	0,13820	0,04607	9784,1976**
Aditivos (A)	1	0,00057	0,00057	121,1416**
F × A	3	0,00314	0,00105	222,6165**
Tratamentos	7	0,14192	0,02027	4305,9406**
Resíduo	16	0,00008	0,00000	
Total	23	0,14199		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.16** - Análise de variância da luminosidade (L\*) das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	775,98023	258,66008	323325,10**
Aditivos (A)	1	1,30667	1,30667	1633,3333**
F × A	3	0,50843	0,16948	211,8472**
Tratamentos	7	777,79533	111,11362	138892,02**
Resíduo	16	0,01280	0,00080	
Total	23	777,80813		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.17** - Análise de variância de intensidade de vermelho (+a\*) das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	238,24815	79,41605	188711,40**
Aditivos (A)	1	3,16100	3,16100	7511,2970**
F × A	3	1,13541	0,37847	899,3366**
Tratamentos	7	242,54456	34,64922	82334,7878**
Resíduo	16	0,00673	0,00042	
Total	23	242,55130		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.18** - Análise de variância de intensidade de amarelo (+b\*) das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	1570,31090	523,43697	618841,73**
Aditivos (A)	1	26,41802	26,41802	31233,1232**
F × A	3	25,76088	8,58696	10152,0723**
Tratamentos	7	1622,48980	231,78426	274030,65**
Resíduo	16	0,01353	0,00085	
Total	23	1622,50333		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.19** - Análise de variância do ângulo de tonalidade (h\*) das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	95,09698	31,69899	24833,7991**
Aditivos (A)	1	2,27271	2,27271	1780,4982**
F × A	3	1,32100	0,44033	344,9676**
Tratamentos	7	98,69069	14,09867	11045,2569**
Resíduo	16	0,02042	0,00128	
Total	23	98,71111		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.20** - Análise de variância do croma (C\*) das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	1772,89612	590,96537	667808,38 **
Aditivos (A)	1	29,06531	29,06531	32844,6564 **
F × A	3	26,36244	8,78748	9930,1143 **
Tratamentos	7	1828,32386	261,18912	295151,45 **
Resíduo	16	0,01416	0,00088	
Total	23	1828,33802		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.21** - Análise de variância da diferença total de cor ( $\Delta E^*$ ) das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	2	307,36458	153,68229	5536,9920**
Aditivos (A)	1	35,81401	35,81401	1290,3365**
F × A	2	12,05138	6,02569	217,0985**
Tratamentos	5	355,22996	71,04599	2559,7035**
Resíduo	12	0,33307	0,02776	
Total	17	355,56303		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.22** - Análise de variância da molhabilidade (mg/s) das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	431,01568	143,67189	267,2597**
Aditivos (A)	1	233,94801	233,94801	435,1921**
F × A	3	206,80137	68,93379	128,2312**
Tratamentos	7	871,76506	124,53787	231,6664**
Resíduo	16	8,60119	0,53757	
Total	23	880,36624		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.23** - Análise de variância da solubilidade (%) das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	58,03311	19,34437	41,2156**
Aditivos (A)	1	14,60497	14,60497	31,1177**
F × A	3	8,20235	2,73412	5,8254**
Tratamentos	7	80,84043	11,54863	24,6058**
Resíduo	16	7,50954	0,46935	
Total	23	88,34997		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.24** - Análise de variância da higroscopicidade (%) das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	325,34084	108,44695	1474,1416**
Aditivos (A)	1	36,27160	36,27160	493,0473**
F × A	3	16,77008	5,59003	75,9864**
Tratamentos	7	378,38252	54,05465	734,7759**
Resíduo	16	1,17706	0,07357	
Total	23	379,55958		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.25** - Análise de variância da densidade aparente ( $\text{g/cm}^3$ ) das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	0,06102	0,02034	90,3101**
Aditivos (A)	1	0,00140	0,00140	6,2013*
F $\times$ A	3	0,00112	0,00037	1,6611 ns
Tratamentos	7	0,06354	0,00908	40,3021**
Resíduo	16	0,00360	0,00023	
Total	23	0,06715		

\*Significativo em nível de 5%; \*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; ns – Não significativo; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.26** - Análise de variância da densidade compactada ( $\text{g/cm}^3$ ) das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	0,15546	0,05182	205,3682**
Aditivos (A)	1	0,00388	0,00388	15,3568**
F $\times$ A	3	0,00204	0,00068	2,6936 ns
Tratamentos	7	0,16138	0,02305	91,3632**
Resíduo	16	0,00404	0,00025	
Total	23	0,16542		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; ns – Não significativo; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.27** - Análise de variância da densidade real ( $\text{g/cm}^3$ ) das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	0,08824	0,02941	11,8262**
Aditivos (A)	1	0,00001	0,00001	0,0027 ns
F $\times$ A	3	0,00453	0,00151	0,6066 ns
Tratamentos	7	0,09278	0,01325	5,3287**
Resíduo	16	0,03980	0,00249	
Total	23	0,13257		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; ns – Não significativo; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.28** - Análise de variância da porosidade (%) das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	109,22786	36,40929	24,1435**
Aditivos (A)	1	10,33197	10,33197	6,8513*
F × A	3	3,72122	1,24041	0,8225 ns
Tratamentos	7	123,28106	17,61158	11,6785**
Resíduo	16	24,12855	1,50803	
Total	23	147,40960		

\*Significativo em nível de 5%; \*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; ns – Não significativo; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.29** - Análise de variância do fator de Hausner das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	0,02633	0,00878	98,3080**
Aditivos (A)	1	0,00104	0,00104	11,6022**
F × A	3	0,00185	0,00062	6,9009**
Tratamentos	7	0,02921	0,00417	46,7470**
Resíduo	16	0,00143	0,00009	
Total	23	0,03064		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.30** - Análise de variância do índice de compressibilidade das polpas de umbu-cajá em pó

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Formulações (F)	3	0,01023	0,00341	46,6664**
Aditivos (A)	1	0,00037	0,00037	5,0452*
F × A	3	0,00068	0,00023	3,1016 ns
Tratamentos	7	0,01128	0,00161	22,0499**
Resíduo	16	0,00117	0,00007	
Total	23	0,01245		

\*Significativo em nível de 5%; \*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; ns – Não significativo; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela C.31** - Análise de variância do teste de fluidez das polpas de umbu-cajá em pó

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Formulações (F)	3	59,49318	19,83106	223,6586**
Aditivos (A)	1	0,01084	0,01084	0,1222 ns
F × A	3	0,16321	0,05440	0,6136 ns
Tratamentos	7	59,66723	8,52389	96,1341**
Resíduo	16	1,41867	0,08867	
Total	23	61,08590		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; ns – Não significativo; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**APÊNDICE D**

**Tabela D.1** - Valores médios dos teores de água de equilíbrio na temperatura de 30 °C da polpa de umbu-cajá em pó sem adições

<b>Atividade de água</b>	<b>Teor de água de equilíbrio (g g<sup>-1</sup> bs)</b>
0,2990	0,1931
0,3710	0,1955
0,4200	0,2169
0,4550	0,2348
0,4920	0,2443
0,5370	0,2694
0,5570	0,2896
0,6210	0,3433
0,6610	0,3778
0,6900	0,4136
0,8300	0,5840
0,8870	0,8343
0,9030	0,9774

**Tabela D.2** - Valores médios dos teores de água de equilíbrio na temperatura de 30 °C da polpa de umbu-cajá formulada com 10% de maltodextrina

<b>Atividade de água</b>	<b>Teor de água de equilíbrio (g g<sup>-1</sup> bs)</b>
0,3040	0,1197
0,3710	0,1432
0,4480	0,1633
0,4700	0,1745
0,5240	0,1935
0,5510	0,2092
0,6150	0,2394
0,6510	0,2629
0,6800	0,2852
0,7020	0,3054
0,7290	0,3300
0,7580	0,3669
0,7840	0,4027
0,8170	0,4620
0,8990	0,7673
0,9000	0,7718

**Tabela D.3** - Valores médios dos teores de água de equilíbrio na temperatura de 30 °C da polpa de umbu-cajá formulada com 20% de maltodextrina

<b>Atividade de água</b>	<b>Teor de água de equilíbrio (g g<sup>-1</sup> bs)</b>
0,2650	0,0935
0,3940	0,1033
0,4480	0,1163
0,4730	0,1261
0,5020	0,1348
0,5250	0,1424
0,5370	0,1533
0,5540	0,1587
0,5670	0,1641
0,5950	0,1793
0,6130	0,1870
0,6300	0,1946
0,6490	0,2000
0,7200	0,2478
0,7330	0,2652
0,7680	0,2924
0,7910	0,3109
0,8070	0,3359
0,8200	0,3533
0,8960	0,5511
0,9080	0,6076

**Tabela D.4** - Valores médios dos teores de água de equilíbrio na temperatura de 30 °C da polpa de umbu-cajá formulada com 30% de maltodextrina

<b>Atividade de água</b>	<b>Teor de água de equilíbrio (g g<sup>-1</sup> bs)</b>
0,1640	0,0522
0,2800	0,0752
0,3150	0,0846
0,3800	0,1013
0,4180	0,1106
0,4550	0,1169
0,4970	0,1232
0,5070	0,1242
0,5240	0,1305
0,5330	0,1315
0,5440	0,1347
0,5830	0,1524
0,6060	0,1514
0,6180	0,1618
0,6200	0,1628
0,6320	0,1639
0,6630	0,1754
0,6900	0,1858
0,7070	0,1994
0,7300	0,2129
0,7680	0,2463
0,7930	0,2641
0,8120	0,2871
0,8300	0,3048
0,9130	0,5177
0,9290	0,5574

**Tabela D.5** - Valores médios dos teores de água de equilíbrio na temperatura de 30 °C da polpa de umbu-cajá formulada com 10% de goma arábica

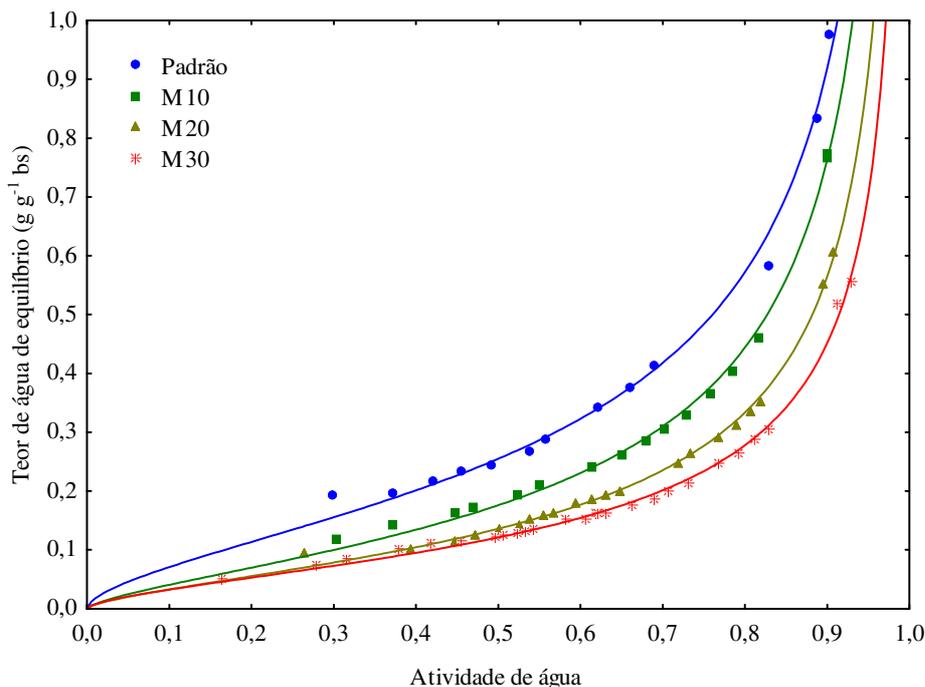
<b>Atividade de água</b>	<b>Teor de água de equilíbrio (g g<sup>-1</sup> bs)</b>
0,3010	0,1284
0,4020	0,1655
0,4680	0,1892
0,5430	0,2252
0,6040	0,2703
0,6660	0,3097
0,6990	0,3356
0,7540	0,3851
0,7920	0,4369
0,7980	0,4730
0,9060	0,8604

**Tabela D.6** - Valores médios dos teores de água de equilíbrio na temperatura de 30 °C da polpa de umbu-cajá formulada com 20% de goma arábica

<b>Atividade de água</b>	<b>Teor de água de equilíbrio (g g<sup>-1</sup> bs)</b>
0,3070	0,0927
0,4330	0,0949
0,4260	0,1069
0,4520	0,1156
0,4940	0,1298
0,5220	0,1461
0,5410	0,1636
0,5920	0,1930
0,6400	0,2475
0,6910	0,2617
0,7690	0,3119
0,8120	0,3588
0,8220	0,3969
0,9130	0,7492

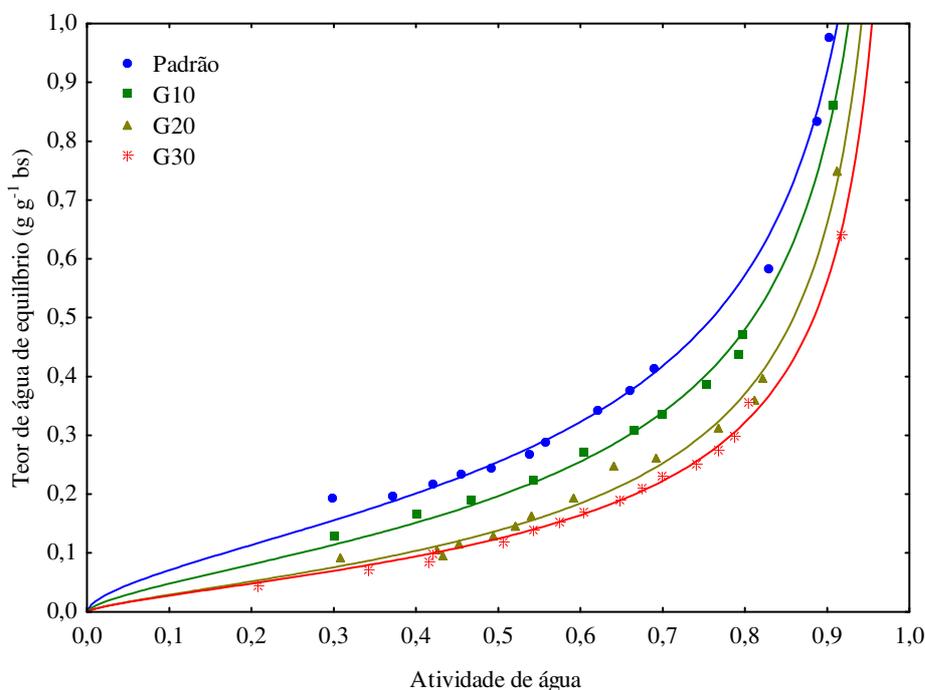
**Tabela D.7** - Valores médios dos teores de água de equilíbrio na temperatura de 30 °C da polpa de umbu-cajá formulada com 30% de goma arábica

<b>Atividade de água</b>	<b>Teor de água de equilíbrio (g g<sup>-1</sup> bs)</b>
0,2070	0,0457
0,3420	0,0706
0,4150	0,0862
0,4200	0,0987
0,5070	0,1205
0,5430	0,1381
0,5740	0,1537
0,6030	0,1693
0,6470	0,1911
0,6740	0,2098
0,7000	0,2305
0,7400	0,2513
0,7670	0,2741
0,7880	0,2980
0,8050	0,3551
0,9170	0,6397



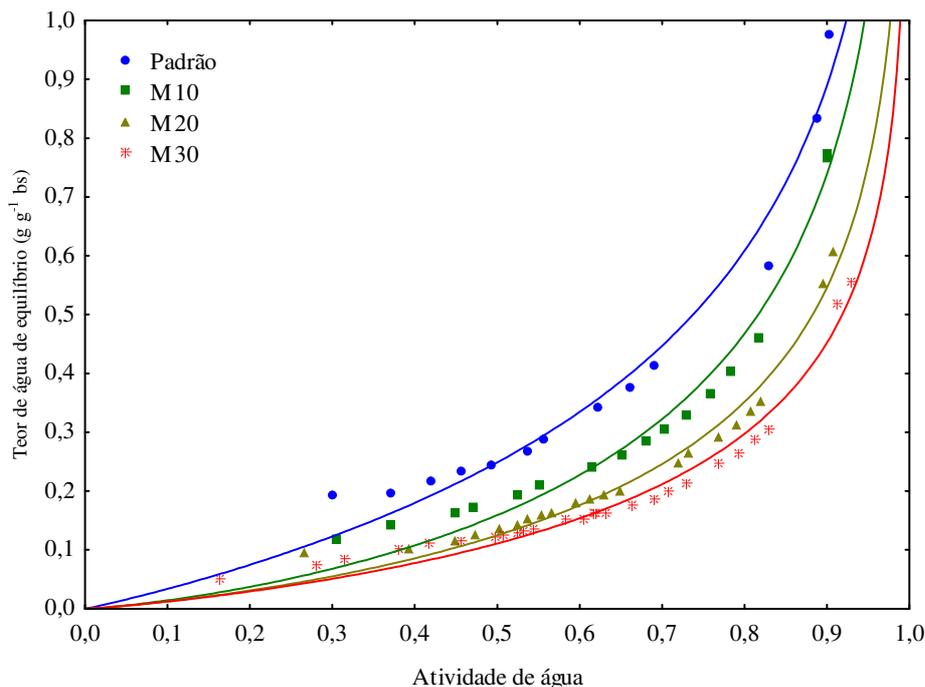
**Figura D.1** - Isotermas de adsorção de água na temperatura de 30 °C das polpas de umbucajá em pó padrão e formuladas com maltodextrina, ajustadas pelo modelo de Oswin

Obs: Padrão = Amostra isenta de aditivo; M10, M20 e M30 = Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de maltodextrina.

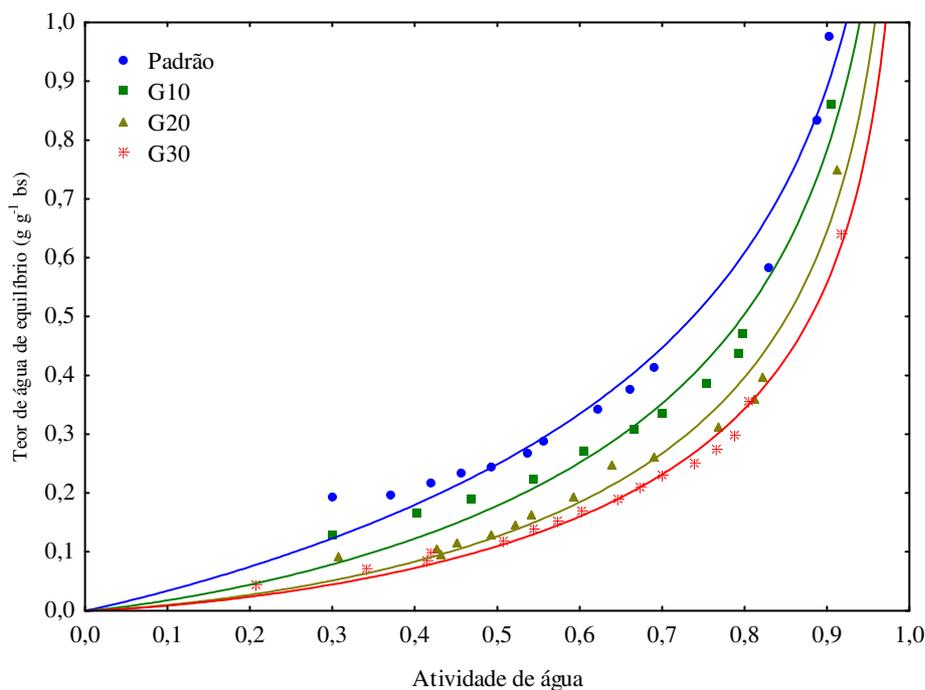


**Figura D.2** - Isotermas de adsorção de água na temperatura de 30 °C das polpas de umbucajá em pó padrão e formuladas com goma arábica, ajustadas pelo modelo de Oswin

Obs: Padrão = Amostra isenta de aditivo; G10, G20 e G30 = Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de goma arábica.



**Figura D.3** - Isotermas de adsorção de água na temperatura de 30 °C das polpas de umbu-cajá em pó padrão e formuladas com maltodextrina, ajustadas pelo modelo de Henderson  
Obs: Padrão = Amostra isenta de aditivo; M10, M20 e M30 = Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de maltodextrina.



**Figura D.4** - Isotermas de adsorção de água na temperatura de 30 °C das polpas de umbu-cajá em pó padrão e formuladas com goma arábica, ajustadas pelo modelo de Henderson  
Obs: P - Amostra isenta de aditivo; G10, G20 e G30 - Amostras com respectivamente 10, 20 e 30% de goma arábica.

**APÊNDICE E**

**Tabela E.1** - Análise de variância do teor de água (%) das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Amostra (Am)	6	4103,87669	683,97945	53990,9017**
Armazenamento (A)	6	185,95834	30,99306	2446,4815**
Am × A	36	208,51663	5,79213	457,2100**
Tratamentos	48	4498,35166	93,71566	7397,5804**
Resíduo	98	1,24151	0,01267	
Total	146	4499,59317		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela E.2** - Análise de variância dos sólidos totais (%) das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Amostra (Am)	6	4103,87619	683,97936	53990,4405**
Armazenamento (A)	6	185,95829	30,99305	2446,4603**
Am × A	36	208,51653	5,79213	457,2059**
Tratamentos	48	4498,35101	93,71565	7397,5171**
Resíduo	98	1,24152	0,01267	
Total	146	4499,59253		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela E.3** - Análise de variância da atividade de água das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Amostra (Am)	6	0,40949	0,06825	13982,9052**
Armazenamento (A)	6	0,67283	0,11214	22974,9870**
Am × A	36	0,04702	0,00131	267,5833**
Tratamentos	48	1,12934	0,02353	4820,4240**
Resíduo	98	0,00048	0,00000	
Total	146	1,12982		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela E.4** - Análise de variância dos sólidos solúveis totais (°Brix) das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Amostra (Am)	6	831,39058	138,56510	1364,5332**
Armazenamento (A)	6	939,73510	156,62252	1542,3554**
Am × A	36	176,87776	4,91327	48,3839**
Tratamentos	48	1948,00344	40,58340	399,6490**
Resíduo	98	9,95167	0,10155	
Total	146	1957,95510		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela E.5** - Análise de variância da acidez total titulável (%) das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Amostra (Am)	6	1141,45764	190,24294	117622,00**
Armazenamento (A)	6	24,08494	4,01416	2481,8427**
Am × A	36	13,92610	0,38684	239,1701**
Tratamentos	48	1179,46868	24,57226	15192,3578**
Resíduo	98	0,15851	0,00162	
Total	146	1179,62718		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela E.6** - Análise de variância do pH das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Amostra (Am)	6	19,26905	3,21151	71529,0404**
Armazenamento (A)	6	1,67027	0,27838	6200,2323**
Am × A	36	0,84955	0,02360	525,6069**
Tratamentos	48	21,78887	0,45393	10110,3643**
Resíduo	98	0,00440	0,00004	
Total	146	21,79327		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela E.7** - Análise de variância da relação SST/ATT das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Amostra (Am)	6	6320,39578	1053,39930	55206,5650**
Armazenamento (A)	6	30,60457	5,10076	267,3208**
Am × A	36	15,97158	0,44366	23,2511**
Tratamentos	48	6366,97194	132,64525	6951,6740**
Resíduo	98	1,86994	0,01908	
Total	146	6368,84188		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela E.8** - Análise de variância dos açúcares redutores (%) das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Amostra (Am)	6	19418,56222	3236,42704	1334952,13**
Armazenamento (A)	6	44,19450	7,36575	3038,2032**
Am × A	36	30,94149	0,85949	354,5182**
Tratamentos	48	19493,69820	406,11871	167514,68**
Resíduo	98	0,23759	0,00242	
Total	146	19493,93579		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela E.9** - Análise de variância do ácido ascórbico (mg/100 g) das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Amostra (Am)	6	118921,84566	19820,30761	818532,43**
Armazenamento (A)	6	3281,88675	546,98112	22589,0434**
Am × A	36	1633,36298	45,37119	1873,7244**
Tratamentos	48	123837,09539	2579,93949	106545,48**
Resíduo	98	2,37302	0,02421	
Total	146	123839,46841		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela E.10** - Análise de variância da luminosidade (L\*) das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Amostra (Am)	6	10013,83305	1668,97218	1756184,03**
Armazenamento (A)	6	587,50176	97,91696	103033,59**
Am × A	36	571,26036	15,86834	16697,5410**
Tratamentos	48	11172,59518	232,76240	244925,36**
Resíduo	98	0,09313	0,00095	
Total	146	11172,68831		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela E.11** - Análise de variância da intensidade de vermelho (+a\*) das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Amostra (Am)	6	1446,68385	241,11397	494334,09**
Armazenamento (A)	6	5,52664	0,92111	1888,4603**
Am × A	36	48,34030	1,34279	2752,9923**
Tratamentos	48	1500,55078	31,26147	64092,5629**
Resíduo	98	0,04780	0,00049	
Total	146	1500,59858		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela E.12** - Análise de variância da intensidade de amarelo (+b\*) das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Amostra (Am)	6	6263,44607	1043,90768	136246,50**
Armazenamento (A)	6	240,30752	40,05125	5227,3233**
Am × A	36	79,97604	2,22156	289,9484**
Tratamentos	48	6583,72963	137,16103	17901,6887**
Resíduo	98	0,75087	0,00766	
Total	146	6584,48050		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela E.13** - Análise de variância do ângulo de tonalidade (h\*) das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Amostra (Am)	6	1071,20651	178,53442	45639,3627**
Armazenamento (A)	6	75,19975	12,53329	3203,9283**
Am × A	36	158,24499	4,39569	1123,6863**
Tratamentos	48	1304,65125	27,18023	6948,1761**
Resíduo	98	0,38336	0,00391	
Total	146	1305,03461		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela E.14** - Análise de variância do croma (C\*) das polpas de umbu-cajá em pó durante o armazenamento em condições ambientais

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Amostra (Am)	6	7411,17557	1235,19593	169035,82**
Armazenamento (A)	6	208,83410	34,80568	4763,1370**
Am × A	36	66,26464	1,84068	251,8966**
Tratamentos	48	7686,27432	160,13071	21913,7924**
Resíduo	98	0,71612	0,00731	
Total	146	7686,99043		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**APÊNDICE F**

**Tabela F.1** - Análise de variância do teor de água (%) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	46,55279	11,63820	637,9425**
Resíduo	10	0,18243	0,01824	
Total	14	46,73522		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.2** - Análise de variância dos sólidos totais (%) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	46,55279	11,63820	637,9425**
Resíduo	10	0,18243	0,01824	
Total	14	46,73522		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.3** - Análise de variância da atividade de água (aw) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	0,00121	0,00030	129,2143**
Resíduo	10	0,00002	0,00000	
Total	14	0,00123		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.4** - Análise de variância do teor de proteínas (%) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	0,80213	0,20053	251,1879**
Resíduo	10	0,00798	0,00080	
Total	14	0,81011		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.5** - Análise de variância do teor de lipídeos (%) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	11,50433	2,87608	428,8395**
Resíduo	10	0,06707	0,00671	
Total	14	11,57140		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.6** - Análise de variância do teor de cinzas (%) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	1,01991	0,25498	308,4395**
Resíduo	10	0,00827	0,00083	
Total	14	1,02817		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.7** - Análise de variância do teor de carboidratos (%) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	68,87222	17,21806	676,7660**
Resíduo	10	0,25442	0,02544	
Total	14	69,12664		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.8** - Análise de variância do valor energético (kcal/100 g) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	58,55089	14,63772	28,2088**
Resíduo	10	5,18907	0,51891	
Total	14	63,73996		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.9** - Análise de variância da acidez total titulável (%) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	0,57887	0,14472	1973,4091**
Resíduo	10	0,00073	0,00007	
Total	14	0,57960		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.10** - Análise de variância do pH dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	8,24304	2,06076	20607,6000**
Resíduo	10	0,00100	0,00010	
Total	14	8,24404		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.11** - Análise de variância dos sólidos solúveis totais (°Brix) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	114,05833	28,51458	244,4107**
Resíduo	10	1,16667	0,11667	
Total	14	115,22500		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.12** - Análise de variância da relação SST/ATT dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	2860,75100	715,18775	1138,1652**
Resíduo	10	6,28369	0,62837	
Total	14	2867,03469		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.13** - Análise de variância dos açúcares totais (%) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	40,05103	10,01276	301,3470**
Resíduo	10	0,33227	0,03323	
Total	14	40,38329		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.14** - Análise de variância dos açúcares redutores (%) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	213,68329	53,42082	9328,4325**
Resíduo	10	0,05727	0,00573	
Total	14	213,74056		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.15** - Análise de variância dos açúcares não redutores (%) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	63,37720	15,84430	533,1191**
Resíduo	10	0,29720	0,02972	
Total	14	63,67440		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.16** - Análise de variância do ácido ascórbico (mg/100 g) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	70,82924	17,70731	46598,1842**
Resíduo	10	0,00380	0,00038	
Total	14	70,83304		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.17** - Análise de variância do teste de derretimento (min) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	144,28929	36,07232	538,2322**
Resíduo	10	0,67020	0,06702	
Total	14	144,95949		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.18** - Análise de variância do overrun (%) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	425,98949	106,49737	92,0825**
Resíduo	10	11,56543	1,15654	
Total	14	437,55492		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.19** - Análise de variância da luminosidade (L\*) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	107,84683	26,96171	3793,8612**
Resíduo	10	0,07107	0,00711	
Total	14	107,91789		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.20** - Análise de variância da intensidade de vermelho (+a\*) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	8,49904	2,12476	2168,1224**
Resíduo	10	0,00980	0,00098	
Total	14	8,50884		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.21** - Análise de variância da intensidade de amarelo (+b\*) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	168,13543	42,03386	9036,3003**
Resíduo	10	0,04652	0,00465	
Total	14	168,18194		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.22** - Análise de variância do ângulo de tonalidade (h\*) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	26,89363	6,72341	494,1259**
Resíduo	10	0,13607	0,01361	
Total	14	27,02969		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.23** - Análise de variância do croma (C\*) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	175,40383	43,85096	9396,6336**
Resíduo	10	0,04667	0,00467	
Total	14	175,45049		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.24** - Análise de variância da dureza (N) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	2226,74112	556,68528	235.8756**
Resíduo	10	23,60080	2,36008	
Total	14	2250,34192		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.25** - Análise de variância da adesividade (N/s) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	0,43283	0,10821	405,2674**
Resíduo	10	0,00267	0,00027	
Total	14	0,43550		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.26** - Análise de variância da elasticidade dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	0,00000	0,00000	0,6296 ns
Resíduo	10	0,00002	0,00000	
Total	14	0,00002		

ns - Não significativo; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.27** - Análise de variância da gomosidade (N) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	1619,07173	404,76793	1336,8384**
Resíduo	10	3,02780	0,30278	
Total	14	1622,09953		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela F.28** - Análise de variância da mastigabilidade (N) dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	1619,46499	404,86625	1337,1631**
Resíduo	10	3,02780	0,30278	
Total	14	1622,49279		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**APÊNDICE G**

**Tabela G.1** - Análise de variância do atributo sensorial de cor dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	44,02000	11,00500	6,7222**
Resíduo	295	482,95000	1,63712	
Total	299	526,97000		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela G.2** - Análise de variância do atributo sensorial de aparência dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	31,55333	7,88833	5,3689**
Resíduo	295	433,43333	1,46927	
Total	299	464,98667		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela G.3** - Análise de variância do atributo sensorial de odor dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	7,04667	1,76167	0,7319 ns
Resíduo	295	710,08333	2,40706	
Total	299	717,13000		

ns - Não significativo; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela G.4** - Análise de variância do atributo sensorial de textura dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	4	38,21333	9,55333	5,4576**
Resíduo	295	516,38333	1,75045	
Total	299	554,59667		

\*\*Significativo em nível de 1% de probabilidade; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela G.5** - Análise de variância do atributo sensorial de sabor dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Tratamentos	4	6,31333	1,57833	0,5349 ns
Resíduo	295	870,41667	2,95056	
<b>Total</b>	<b>299</b>	<b>876,73000</b>		

ns - Não significativo; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F

**Tabela G.6** - Análise de variância do atributo sensorial de impressão global dos sorvetes prebióticos de leite de cabra com pó de umbu-cajá

<b>Fonte de variação</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.Q.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
Tratamentos	4	14,32000	3,58000	1,7665 ns
Resíduo	295	597,85000	2,02661	
<b>Total</b>	<b>299</b>	<b>612,17000</b>		

ns - Não significativo; G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrados médios; F - Variável do teste F