



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

DISSERTAÇÃO
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ARMAZENAMENTO
E PROCESSAMENTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS**

**PRODUÇÃO E ARMAZENAMENTO DE FORMULAÇÕES
DE LEITE DE CABRA E POLPA DE UMBU-CAJÁ**

JOÃO CARLOS SOARES DE MELO

Campina Grande – Paraíba

FEVEREIRO - 2007

**PRODUÇÃO E ARMAZENAMENTO DE FORMULAÇÕES
DE LEITE DE CABRA E POLPA DE UMBU-CAJÁ**

JOÃO CARLOS SOARES DE MELO

**Dissertação apresentada ao Curso de Pós-
Graduação em Engenharia Agrícola da
Universidade Federal de Campina
Grande, como parte dos requisitos
necessários para obtenção do título de
Mestre em Engenharia Agrícola**

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

**ORIENTADORES: Prof^ª. Dr^ª. Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo
Prof. Dr. Alexandre José de Melo Queiroz**

Campina Grande – Paraíba

FEVEREIRO - 2007

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

M528p

2007 Melo, João Carlos Soares de.

Produção e armazenamento de formulações de leite de cabra e polpa de umbu-cajá / João Carlos Soares de Melo . — Campina Grande, 2007. 189 f.; il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Referências

Orientadores: Prof. Rossana Maria Feitosa de Figueiredo, Dra., Prof. Alexandre José de Melo Queiroz, Dr.

1. Secagem. 2. Armazenamento. 3. Leite de Cabra. 4. Reologia. I. Título.

CDU- 634.563/.564



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



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

JOÃO CARLOS SOARES DE MELO

PRODUÇÃO E ARMAZENAMENTO DE FORMULAÇÕES DE LEITE DE CABRA E
POLPA DE UMBU-CAJÁ

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Rossana M. F. de Figueiredo
Dra. Rossana Maria Feitosa de Figueiredo - Orientadora

Aprovado

Alexandre J. M. Queiroz
Dr. Alexandre José de Melo Queiroz - Orientador

APROVADO

Robson Rogério Pessoa Coelho
Dr. Robson Rogério Pessoa Coelho - Examinador

Aprovado

Flávio Luiz Honorato da Silva
Dr. Flávio Luiz Honorato da Silva - Examinador

Aprovado

FEVEREIRO - 2007

DEDICO

A meus pais, JOÃO SOARES e MARIA NELCI

A meus irmãos, Rejânia, Rosana, Klebson e José Ozébio

A minhas sobrinhas, Kaylla, Kássia, Wedja, Jany, Alessadra e Aldamara

A meus sobrinhos, João Neto, Wesley e Alexsandro

A meus cunhados e cunhadas, Alexandre, Murilo, Graciete e Zefinha.

Vocês foram fundamentais nesta conquista

Considerem-se agraciados com este título

Muito obrigado!!

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por ter me abençoado com uma família maravilhosa e por estar sempre presente em nossas vidas.

Aos meus orientadores Prof^ª. Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo e Prof. Alexandre José de Melo Queiroz, pela orientação, ensinamento e participação na execução deste trabalho.

Aos professores Flávio Luiz Honorato da Silva e Robson Rogério Pessoa Coelho pela valiosa contribuição.

Aos professores do Mestrado em Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícola do curso de Engenharia Agrícola.

À Universidade Federal de Campina Grande, pela grande oportunidade de cursar o mestrado.

À CAPES, pela bolsa concedida

Aos meus amigos Jozan, Regilane e Wolia, pela amizade demonstrada durante todo o mestrado e pela colaboração extremamente importante durante a realização das análises. Foi um prazer imenso ter convivido intensamente com vocês, pois somaram muito no meu crescimento, tanto profissional quanto pessoal: muito obrigado por tudo!!!

A Luizinho e Hermeval que, durante todo o mestrado, sempre estiveram dispostos a ajudar, além de me alegrarem com suas brincadeiras e estórias muito engraçadas.

À minha turma do mestrado;

Marta, Karla, Adriano, Ezenildo e Jean, pelas dicas valiosas durante o mestrado.

Aos amigos da “república Cuiteense”, Adriano, Enock, Joana e Márcio pela amizade e compreensão durante todo este tempo. Muito obrigado por tudo!!

Aos meus eternos orientadores Josilene (Josy), Joelma e Osvaldo, pela amizade e confiança depositada em mim desde a graduação e o incentivo à busca de novos desafios.

À professora Odélsia Leonor Sanchez de Alsina, por ceder o equipamento Termoconstant NOVASINA do Laboratório de Meios Porosos e Sistemas Particulados do Departamento de Engenharia Química.

Aos meus amigos Flauber e Morgana, que realizaram as análises das embalagens.

Felipe, Ronaldo, Alisson e Airton, pois sempre contribuíram, quando precisei, para a elaboração deste trabalho.

Aos funcionários do Bloco CZ, que sempre colaboraram comigo, Luciene, Paula, Renato, Julio Cesar e Rildo.

À secretária da Pós-Graduação Rivanilda pela atenção e carinho que sempre teve comigo.

Aos funcionários do Laboratório de Meios Porosos e Sistemas Particulados do Departamento de Engenharia Química, José Lopes e Nogueira, pela importante colaboração.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| LISTA DE FIGURAS | iv |
| LISTA DE TABELAS | v |
| RESUMO | ix |
| ABSTRACT | x |
| 1 – INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 – Objetivo geral | 2 |
| 1.1.1 – Objetivos específicos | 3 |
| 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 4 |
| 2.1 – Leite de cabra | 4 |
| 2.2 - Umbu-cajá | 5 |
| 2.3 – Viscosidades aparentes | 7 |
| 2.4 – Secagem..... | 9 |
| 2.4.1 – Secagem por aspersão | 10 |
| 2.5 – Aditivos | 11 |
| 2.5.1 – Maltodextrina | 12 |
| 2.6 - Isotermas de adsorção de umidade | 13 |
| 2.7 – Embalagem | 15 |
| 2.7.1 – Laminada | 16 |
| 3 - MATERIAL E MÉTODOS | 17 |
| 3.1 - Local de realização do trabalho | 17 |
| 3.2 - Matérias-primas | 17 |
| 3.3 – Processamento da polpa de umbu-cajá | 17 |
| 3.4 - Análises físico-químicas do leite de cabra integral | 18 |
| 3.4.1 – Acidez | 19 |
| 3.4.2- Gordura | 19 |
| 3.4.3 - Sólidos não gordurosos | 19 |
| 3.4.4 - Densidade a 15°C | 19 |
| 3.4.5 – Lactose | 19 |
| 3.4.6 – Cinzas | 19 |
| 3.4.7 – pH | 20 |
| 3.4.8 - Sólidos solúveis (°Brix) | 20 |
| 3.4.9 – Extrato seco | 20 |
| 3.5 - Análises físico-químicas da polpa de umbu-cajá | 20 |
| 3.5.1 – pH | 20 |

| | |
|---|-----------|
| 3.5.2 - Sólidos solúveis (°Brix) | 20 |
| 3.5.3 - Ácido ascórbico | 20 |
| 3.5.4 - Sólidos totais | 21 |
| 3.5.5 - Acidez total titulável | 21 |
| 3.5.6 - Açúcares redutores | 21 |
| 3.5.7 – Cinzas | 21 |
| 3.5.8 – Umidade | 21 |
| 3.6 - Preparo das soluções | 21 |
| 3.7 – Viscosidades aparentes | 22 |
| 3.8 – Secagem | 22 |
| 3.9 - Isotermas de adsorção de umidade | 23 |
| 3.10 – Armazenamento das amostras em pó | 25 |
| 3.10.1 – Umidade | 26 |
| 3.10.2 - Ácido ascórbico | 26 |
| 3.10.3 – Cor | 26 |
| 3.10.4 - Açúcares redutores | 27 |
| 3.10.5 - Acidez titulável | 27 |
| 3.10.6 – pH | 27 |
| 3.10.7 - Análise estatística | 27 |
| 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO | 28 |
| 4.1 - Caracterização da polpa de umbu-cajá | 28 |
| 4.2 – Caracterização do leite de cabra | 29 |
| 4.3 – Caracterização das formulações com 10% e 15% de maltodextrina | 31 |
| 4.4 - Viscosidades aparentes | 34 |
| 4.4.1 – Viscosidade aparente da polpa de umbu-cajá integral | 34 |
| 4.4.2 – Viscosidade aparente da formulação com 10% de maltodextrina | 38 |
| 4.4.3 – Viscosidade aparente da formulação com 15% de maltodextrina | 41 |
| 4.5 – Isotermas de adsorção de umidade das formulações em pó | 45 |
| 4.6 – Armazenamento das formulações em pó | 61 |
| 4.6.1 – Umidade | 62 |
| 4.6.2 – Ácido ascórbico | 69 |
| 4.6.3 - Acidez total titulável | 75 |
| 4.6.4 - Açúcares redutores | 79 |
| 4.6.5 – pH | 81 |

| | |
|---|------------|
| 4.6.6 – Luminosidade | 84 |
| 4.6.7 - Intensidade de vermelho (+a*) | 88 |
| 4.6.8 - Intensidade de amarelo (+b) | 93 |
| 5 – CONCLUSÕES | 97 |
| 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 99 |
| APÊNDICE A | 117 |
| APÊNDICE B | 120 |
| APÊNDICE C | 130 |
| APÊNDICE D | 160 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 3.1 – Fluxograma do processamento da polpa de umbu-cajá | 18 |
| Figura 3.2 – Polpa de umbu-cajá congelada e leite de cabra | 18 |
| Figura 3.3 – Viscosímetro Brookfield | 22 |
| Figura 3.4 – Mini secador por aspensão LM MSD 1.0 da Labmaq do Brasil Ltda | 23 |
| Figura 3.5 – Embalagens laminadas | 26 |
| Figura 4.1 – Isotermas de adsorção de umidade da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara do secador, com ajuste pelo modelo de Peleg | 58 |
| Figura 4.2 – Isotermas de adsorção de umidade da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada no ciclone do secador, com ajuste pelo modelo de Peleg | 59 |
| Figura 4.3 – Isotermas de adsorção de umidade da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara do secador, com ajuste pelo modelo de Peleg | 60 |
| Figura 4.4 – Isotermas de adsorção de umidade da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada no ciclone do secador com ajuste pelo modelo de Peleg | 61 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 2.1 – Composição físico-químico do leite de cabra | 5 |
| Tabela 2.2 – Características das polpas integrais de umbu-cajá, umbu e cajá | 7 |
| Tabela 4.1 – Valores médios dos parâmetros químicos e físico-químicos da polpa de umbu-cajá | 29 |
| Tabela 4.2 – Valores médios dos parâmetros químicos e físico-químicos do leite de cabra | 31 |
| Tabela 4.3 – Valores médios dos parâmetros químicos e físico-químicos das formulações com 10 e 15% de maltodextrina | 34 |
| Tabela 4.4 – Viscosidades aparentes (Pa s) da polpa de umbu-cajá integral em diferentes temperaturas e velocidades de rotação | 36 |
| Tabela 4.5 – Equações propostas para o cálculo da viscosidade aparente da polpa de umbu-cajá integral, em função da temperatura | 37 |
| Tabela 4.6 – Viscosidades aparentes (Pa s) da formulação com 10% de maltodextrina em diferentes temperaturas | 39 |
| Tabela 4.7 – Equações propostas para o cálculo da viscosidade aparente da formulação com 10% de maltodextrina em função da temperatura .. | 40 |
| Tabela 4.8 – Viscosidades aparentes (Pa s) da formulação com 15% de maltodextrina em diferentes temperaturas me velocidades de rotação | 43 |
| Tabela 4.9 – Equações propostas para o cálculo da viscosidade aparente da formulação com 15% de maltodextrina, em função da temperatura . | 44 |
| Tabela 4.10 - Valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_{eq}) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara do secador..... | 46 |
| Tabela 4.11 – Valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_{eq}) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletado no ciclone do secador | 47 |
| Tabela 4.12 –Valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_{eq}) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletado na câmara do secador | 48 |

| | |
|---|----|
| Tabela 4.13 – Valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_{eq}) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletado no ciclone do secador | 49 |
| Tabela 4.14 – Parâmetros dos modelos ajustados às isotermas de adsorção da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletado na câmara de secagem | 51 |
| Tabela 4.15 – Parâmetros dos modelos ajustados às isotermas de adsorção da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada no ciclone do secador | 53 |
| Tabela 4.16 – Parâmetros dos modelos ajustados às isotermas de adsorção da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem | 55 |
| Tabela 4.17 – Parâmetros dos modelos ajustados às isotermas de adsorção da formulação em pó com 15% de maltodextrina pó coletada no ciclone do secador | 57 |
| Tabela 4.18 – Valores médios da umidade (%) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem | 65 |
| Tabela 4.19 – Valores médios da umidade (%) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem | 67 |
| Tabela 4.20 – Equações de regressão propostas para o cálculo da umidade das formulações em pó com 10 e 15% de maltodextrina, em função do tempo de armazenamento | 69 |
| Tabela 4.21 – Valores médios do ácido ascórbico (mg/100g) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem | 71 |
| Tabela 4.22 – Valores médios do ácido ascórbico (mg/100g) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem | 73 |

| | |
|--|----|
| Tabela 4.23 – Equações de regressão propostas para o cálculo da Vitamina C das formulações em pó com 10% e 15% de maltodextrina, em função do tempo de armazenamento | 75 |
| Tabela 4.24 – Valores médios da acidez total titulável (% de ácido cítrico) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem . | 76 |
| Tabela 4.25 - Valores médios da acidez total titulável (% de ácido cítrico) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem .. | 78 |
| Tabela 4.26 – Valores médios dos açúcares redutores (% de glicose) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem .. | 80 |
| Tabela 4.27 - Valores médios dos açúcares redutores (% de glicose) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem .. | 81 |
| Tabela 4.28 - Valores médios do pH da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem | 82 |
| Tabela 4.29 - Valores médios do pH da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem | 84 |
| Tabela 4.30 - Valores médios da do parâmetro luminosidade (L*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem | 86 |
| Tabela 4.31 - Valores médios da luminosidade (L*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem | 88 |
| Tabela 4.32 - Valores médios do parâmetro intensidade de vermelho (+a*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem . | 90 |
| Tabela 4.33 - Valores médios do parâmetro intensidade de vermelho (+a*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem . | 92 |

| | |
|--|----|
| Tabela 4.34 – Valores médios da intensidade de amarelo (+b*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem | 94 |
| Tabela 4.35 - Valores médios da intensidade de amarelo (+b*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem | 96 |



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

Dissertação de Mestrado: **Produção e armazenamento de formulações de leite de cabra e polpa de umbu-cajá**

Autor: João Carlos Soares de Melo

Orientadores: Prof^ª. Dr^ª. Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo

Prof. Dr. Alexandre José de Melo Queiroz

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo desidratar, em secador por aspersão, emulsões compostas por leite de cabra (80%) e polpa de umbu-cajá (20%), com concentrações fixas e duas diferentes concentrações de maltodextrina (10 e 15%). A polpa de umbu-cajá integral e as emulsões foram caracterizadas quanto ao pH, sólidos solúveis totais (°Brix), ácido ascórbico, acidez total titulável, açúcares redutores e cinzas, enquanto o leite de cabra foi caracterizado quanto a acidez, gorduras, sólidos não gordurosos, densidade, lactose, cinzas, pH e sólidos solúveis totais. Determinaram-se as viscosidades aparentes da polpa de umbu-cajá integral e das emulsões com 10 e 15% de maltodextrina, utilizando-se o viscosímetro da marca Brookfield e as isotermas de adsorção de umidade das amostras em pó, nas temperaturas de 20, 25, 30, 35 e 40°C, utilizando-se o equipamento Termoconstante Novasina além de ajustados os modelos de GAB, Peleg e Oswin às curvas experimentais. Avaliaram-se as características físico-químicas das formulações em pó, durante seis meses de armazenamento, a temperatura ambiente, acondicionadas em dois tipos de embalagem laminada. Observou-se que densidade, cinzas, acidez total titulável e lactose do leite de cabra estão dentro dos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação, com exceção dos sólidos não gordurosos. Os resultados da caracterização físico-química da polpa de umbu-cajá, em valores médios, foram 89,55% para a umidade; 10,45% para sólidos totais; 2,52 para o pH; 12,00 °Brix para sólidos solúveis totais; 0,41% para cinzas; 13,53 mg/100 g para ácido ascórbico; 2,04% de ácido cítrico para a acidez total titulável e 7,22% de glicose para açúcares redutores. Os valores médios da caracterização físico-química foram estatisticamente diferentes entre as emulsões com 10 e 15% de maltodextrina, com exceção das cinzas. As viscosidades aparentes diminuíram com o aumento da velocidade de rotação, para todas as temperaturas utilizadas. O modelo de Peleg foi o que se ajustou melhor às isotermas de adsorção de umidade das amostras em pó. Durante o armazenamento das amostras em pó a umidade e o pH apresentaram tendência de aumento com o tempo de armazenamento, a acidez total titulável apresentou tendência de estabilidade; o ácido ascórbico, os açúcares redutores e os parâmetros de cor (luminosidade, intensidade de vermelho e intensidade de amarelo) mostraram tendência de redução com o tempo de armazenamento.

Palavras-chave: secagem, armazenamento, viscosidade, isotermas de adsorção



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

M. Sc. Thesis: **Production and storage of formulations of goat milk and umbu-cajá pulp**

Author: João Carlos Soares de Melo

Supervisors: Prof^ª. PhD. Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo

Prof. PhD. Alexandre José de Melo Queiroz

ABSTRACT

This work had as objective to dehydrate, in spray dryer, emulsions composed by goat milk (80%) and umbu-cajá pulp (20%) with fixed concentrations and two different maltodextrin concentrations (10 and 15%). The whole umbu-cajá pulp and the emulsions were characterized according to the pH, soluble solids (°Brix), ascorbic acid, titratable acidity, reducers sugar and ashes, while the goat milk was characterized according to the acidity, fat, not fat solids, density, lactose, ashes, pH and soluble solids. The apparent viscosities of the whole umbu-cajá pulp and of the emulsions with 10 and 15% of maltodextrin were determined through the viscosimeter Brookfield. The moisture adsorption isotherms of the powders, at the temperatures of 20, 25, 30, 35 and 40°C, were determined through the Thermoconstant Novasina equipment, and the GAB, Peleg and Oswin models were fitted to the experimental curves. The physical-chemistries characteristics of the powders were evaluated, during six months of storage, at room temperature, in two types of laminate packing. It was observed that density, ashes, titratable acidity and lactose of the goat milk are according to the quality patterns established by the legislation, except the not fat solids. The values of the physical-chemical characterization of the umbu-cajá pulp were 89,55% for the moisture; 10,45% for total solids; 2,52 for the pH; 12,00 °Brix for soluble solids; 0,41% for ashes; 13,53 mg/100 g for ascorbic acid; 2,04% of citric acid for the titratable acidity and 7,22% of glucose for reducers sugar. The values of the physical-chemistry characterization were statistically different among the emulsions with 10 and 15% of maltodextrin, except for the ashes. The apparent viscosities decreased with the increase of the rotation speed, for all the used temperatures. Peleg's model was the one which was better fitted to the moisture adsorption isotherms of the powders samples. During the storage of the powders, the moisture and the pH presented increase tendency with the time of storage, the titratable acidity presented tendency of stability; the ascorbic acid, the reducers sugar and the color parameters (brightness, redness and yellowness) showed reduction tendency with the time of storage.

Keywords: drying, storage, viscosity, adsorption isotherms

1 - INTRODUÇÃO

O Brasil possui 9,1 milhões de cabeças de caprinos, sendo responsável pela produção de 135.000 toneladas de leite de cabra, o que corresponde ao décimo sétimo maior produtor mundial (FAO, 2005). De acordo com o IBGE (2004), na região Nordeste se encontram cerca de 92,88% do rebanho, de um efetivo de 10.040.888 de cabeças, o que leva a caprinocultura a ser uma importante alternativa para o desenvolvimento socioeconômico da região.

A importância socioeconômica dos caprinos criados no Nordeste do Brasil, reside na produção de leite e de carne, para alimentação das populações de média e baixa renda, como fonte de proteína animal de baixo custo, e na produção de peles, que fornece renda ao ser comercializada (SILVA & ARAÚJO, 2000).

De acordo com PELLERIN (2001), o leite de cabra apresenta propriedade bioquímica que favorece seu valor nutricional, sendo recomendado para crianças, particularmente para aquelas com intolerância ao leite de vaca, para pessoas com doenças gastrintestinais ou mesmo como suplemento para pessoas idosas e desnutridas.

O leite de cabra apresenta algumas características físicas que o distingue do leite de vaca, tem gosto típico que, dependendo de onde os animais estão instalados e da alimentação que recebem, pode apresentar um gosto mais forte, muitas vezes indesejável. O leite de cabra apresenta coloração branca pura (ausência de pró-vitamina A) enquanto o leite de vaca possui coloração mais amarelada (LE JAOUEN, 1981).

Em todo o Brasil, inúmeros estabelecimentos registrados nos serviços de inspeção produzem e comercializam leite pasteurizado, leite esterilizado, leite em pó, iogurte, sorvetes, doces e queijos, elaborados a partir do leite de cabra (BORGES & BRESLLAU, 2002).

As características nutricionais e sensoriais do produto final fazem com que a qualidade da matéria-prima seja um atributo cada vez mais considerado pelas indústrias de laticínios; desta forma, várias pesquisas visam melhorar as características de produtos, adicionando-lhes ingredientes que melhorem suas características; por exemplo, a utilização de betaciclodextrina na minimização do “sabor caprino” do iogurte de leite de cabra avaliado por DRUNKLER et al. (2001) e a produção de uma mistura (blend) de suco de abacaxi com suco de acerola, com o objetivo de enriquecimento em vitamina C (MATSUURA & ROLIN, 2002).

O leite de cabra é um produto altamente perecível, de alto custo no transporte elevado, haja vista que encontra seu mercado consumidor principalmente nos grandes centros urbanos, comercializado em geral congelado, com validade de 30 dias; além disso, possui sabor e odor muito fortes, que influenciam na escolha do consumidor.

O processo de produção de leite de cabra em pó é uma maneira de se regularizar a oferta do leite no mercado, aumentando a vida de prateleira, garantindo ao consumidor a oferta do produto durante todo o ano e possibilitando, ao produtor, o escoamento do leite na época de maior produção.

De acordo com GABAS (1998) o método de secagem é um dos procedimentos mais importantes para a conservação de alimentos, o qual se fundamenta na diminuição da atividade de água (a_w). Considerando que na sua maioria os produtos lácteos e vegetais se constituem de mais de 80% de água, o processo de secagem implica em uma redução considerável de custo em transporte e manipulação do produto, além de prolongar sua vida de prateleira.

Segundo VALDUGA et al. (2003), na secagem dos alimentos que se encontram na forma de soluções, suspensões, emulsões, polpa e pasta se prestam os secadores por atomização, também chamados secadores por aspensão, nebulização ou spray-dryer; esse tipo de secador tem aplicação em larga escala na produção industrial de leite em pó.

Uma alternativa para melhorar as características sensoriais do leite de cabra é a elaboração de misturas em que o elemento incorporado ao leite mascare seu sabor e odor pouco atraente. Para este fim propõe-se um estudo no qual se faz a secagem de leite de cabra com adição de polpa de fruta em razão das frutas apresentarem aroma e sabor agradáveis ao paladar, além de ser altamente nutritivas; além disso, o Nordeste brasileiro se destaca como um grande produtor de frutos tropicais nativos e cultivados em virtude das condições climáticas (NORONHA et al., 2000). O umbu-cajá foi o fruto escolhido para a realização do estudo, uma vez que possui boas características para industrialização, em termos de rendimento em polpa, sabor e aroma apreciados; inclui-se, entre as vantagens, o fato de ser um fruto nativo, adaptado às condições locais.

1.1 – Objetivo geral

Este trabalho teve como objetivo desidratar emulsões compostas de 80% de leite de cabra e 20% de polpa de umbu-cajá em secador por aspensão, formuladas com 10 e 15% de maltodextrina.

1.1.1 – Objetivos específicos

- Caracterizar físico-quimicamente, o leite de cabra, a polpa de umbu-cajá e as misturas compostas de 80% leite de cabra e 20% de polpa de umbu-cajá, formuladas com 10 e 15% de maltodextrina.

- Determinar as viscosidades aparentes da polpa de umbu-cajá integral e das emulsões com 10 e 15% de maltodextrina.

- Desidratar as formulações em secador por aspersão.

- Determinar as isotermas de adsorção de umidade das amostras em pó nas temperaturas de 20, 25, 30, 35 e 40°C.

- Avaliar as características físico-químicas das formulações em pó com 10 e 15% de maltodextrina, durante seis meses de armazenamento, em temperatura ambiente, acondicionadas em dois tipos de embalagem laminada.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Leite de cabra

O leite tem sido utilizado como alimento pelos humanos desde o tempo pré-histórico, sendo obtido de cabra, búfala, ovelha, vaca, dentre outras. O leite e o mel são os únicos produtos cuja função na natureza é exclusivamente a de servir como alimento, razão porque se assume serem esses dois produtos de alto valor nutritivo (ABREU, 2005).

Segundo LE JAOUEN (1981), o leite de cabra é, basicamente, uma emulsão de gordura em solução aquosa, contendo vários elementos, como lactose e minerais, os quais estão dissolvidos e outros em forma coloidal, como os compostos nitrogenados.

São numerosos os fatores que afetam a composição do leite, como: espécie, raça, indivíduo, estágio de lactação, ordem de parição, manejo, estações do ano, variações geográficas, primeira e segunda ordenhas, estado de saúde do animal e sistema de ingestão de água, dentre outros. Levando-se em consideração esses fatores de variação, conclui-se que a composição química do leite pode ser expressa apenas em valores aproximados (ABREU, 2005).

BRASIL (2000a), classifica o leite de cabra de acordo com o teor de gordura, em:

- Leite de cabra integral: quando não ha qualquer alteração do teor de gordura contido na matéria - prima;
- Leite de cabra padronizado: quando o teor de gordura for acertado para 3%;
- Leite de cabra semi-desnatado: quando o teor de gordura tem seu intervalo entre 0,6 e 2,9%;
- Leite de cabra desnatado: quando o teor de gordura não superar o limite máximo de 0,5%.

Esta classificação deverá ser seguida para o leite beneficiado e comercializado sob as formas fluida e congelada, independentemente do tipo de processamento térmico.

O termo qualidade aplicado ao leite, refere-se à sua qualidade higiênica, composição, volume, sazonalidade, nível tecnológico e saúde do rebanho (BORGES & BRESLLAU, 2002).

De acordo com BRASIL (2000a), a composição físico-química do leite de cabra deve atender aos requisitos apresentados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Composição físico-químico do leite de cabra

| Requisitos | Leite integral | Leite semi-desnatado | Leite desnatado |
|-----------------------------------|---|----------------------|-----------------|
| Gordura, % m/m | Teor original | 0,6 a 2,9 | Máx. 0,5 |
| Acidez (% ácido láctico) | 0,13 a 0,18, para todas as variedades | | |
| Sólidos não-gordurosos | Mínimo 8,20, para todas as variedades | | |
| Densidade (15/15°C) | 1,0280-1,0340, para todas as variedades | | |
| Índice crioscópico (°H) | -0,550°C a -0,585, para todas as variedades | | |
| Proteína total (N x 6,38) (% m/m) | Mínimo 2,8, para todas as variedades | | |
| Lactose (% m/v) | Mínimo 4,3, para todas as variedades | | |
| Cinzas (% m/v) | Mínimo 0,70, para todas as variedades | | |

Fonte: Brasil (2000a)

2.2 - Umbu-cajá

Dentre os frutos que vêm despertando interesse, especialmente para a agroindústria, se destacam os do gênero *Spondias* (cajarana, umbu, cajá, umbu-cajá e serigüela); a procura pelos frutos deste gênero se deve sobretudo às boas características para a industrialização e para o consumo *in natura* ou para a fabricação de sorvetes, polpas e geléias, dentre outros. Em geral esses frutos são comercializados em feiras livres ou destinados ao abastecimento da indústria (FERNANDES et al., 2005).

O umbu-cajá (*Spondias* spp.) pertence à família Anacardiaceae e ao gênero *Spondias*, considerado um híbrido natural entre o umbu e o cajá (GIACOMETTI, 1993); tem origem desconhecida, apresenta características de planta xerófila encontrada em plantios desorganizados; é disseminado em Estados do Nordeste.

O fruto é do tipo drupa, com boa aparência, de cor amarela, casca fina e lisa quando maduro, endocarpo branco, suberoso e enrugado, localizado na parte central do fruto; o sabor e aroma são excelentes, com qualidade nutritiva, além de bastante consumido na

forma *in natura*, embora possua potencial para utilização na forma processada, como polpa congelada, suco, néctar, compota e sorvete (MOURA et al., 2005).

Na Paraíba, a época de colheita ocorre no período de abril a julho, podendo ser manual, pois o umbu-cajazeira apresenta altura menor que a cajazeira, facilitando a colheita dos frutos, que devem ser colhidos nos estádios “verdoso” ou “de vez”, tendo em vista serem classificados como climatéricos, o que proporciona uma seleção melhor dos frutos e qualidade de seus produtos. Os frutos maduros se desprendem da planta e caem, ocasionando-lhes danos ao se chocarem com galhos e com o 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).

Para que seja realizada a colheita do umbu-cajá, visando ao processamento ou ao consumo *in natura*, recomenda-se levar em consideração o desenvolvimento da cor da casca dos frutos, o que facilita a análise visual do ponto de maturação (LIMA et al., 2002); entretanto, como essas mudanças ocorrem de forma intensa, apenas a avaliação visual do ponto de colheita não estabelece um índice de maturidade consistente que, para ser reprodutível, necessita estar associado a outras características, como sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT e ao desenvolvimento das características físicas e da aparência do fruto (MOURA et al., 2005).

O mercado para frutas tropicais tem aumentado nos últimos anos, devido aos altos valores nutricionais e às suas características sensoriais, como o sabor exótico. Com vistas a um aumento no crescimento do mercado de frutas tropicais, torna-se oportuno o conhecimento de suas características a fim de desenvolver estratégias para o prolongamento de sua vida útil (COSTA et al., 2005). Segundo MATSUURA & ROLIM (2002), as frutas consistem em fonte nutricional de vitaminas, minerais e carboidratos solúveis, sendo que algumas possuem teor mais elevado de um ou de outro nutriente, entretanto, apresentam grande aceitação sensorial por parte dos consumidores. Ante as argumentações desses pesquisadores tem-se, na Tabela 2.2, as características químicas e físico-químicas das polpas de umbu, cajá e do umbu-cajá.

Tabela 2.2 – Características das polpas integrais de umbu-cajá, umbu e cajá

| Parâmetro | Umbu-cajá | Umbu | Cajá |
|-----------------------------------|------------------|-------------|-------------|
| Umidade (%) | 88,57 | 91,33 | 88,33 |
| pH | 2,62 | 2,21 | 2,69 |
| Acidez (% ácido cítrico) | 1,43 | 1,45 | 2,15 |
| Vitamina C (mg/100g) | 21,68 | 13,31 | 23,28 |
| Açúcares redutores (% de glicose) | 6,09 | 3,61 | 6,89 |
| Cinzas (%) | 0,54 | 0,53 | 0,56 |
| Sólidos solúveis totais (°Brix) | 12,31 | 10,03 | 10,47 |

Fontes: SILVA (2003); SILVA (2005); FERREIRA et al. (2000)

2.3 - Viscosidades aparentes

A reologia, criada em 1928 por E. C. Bingham, é a ciência que estuda o escoamento e a deformação dos materiais. As determinações reológicas permitem, assim, obter informações sobre a forma como determinado material reage quando sujeito a uma solicitação de caráter mecânico que é, no fundo, a expressão da sua estrutura que resulta, por sua vez, da sua composição química, das diferentes interações entre seus vários componentes e do processamento a que foi sujeito (ALVES, 2003).

O conhecimento das propriedades reológicas é importante para o desenvolvimento contínuo de produtos, processos, equipamentos, manuseio e controle de qualidade. Uma vez que em muitas operações e tratamentos ocorrem mudanças das características do produto, é também importante conhecer como a viscosidade varia com o tratamento utilizado (VIDAL-MARTINS et al., 2005).

Para fabricação da maioria dos produtos derivados de frutas, se utiliza em geral, a polpa, da qual se torna indispensável o conhecimento de suas propriedades físicas e químicas nas etapas do processamento. Dentre essas propriedades o comportamento reológico ocupa posição de destaque, porém há escassez de dados sobre propriedades reológicas dos sucos, polpas e outros concentrados de frutas brasileiras (VIDAL & GASPARETO, 2000).

Os fatores que influenciam nos resultados da eficiência e produtividade da secagem por aspersão (spray drying) com relação ao fluido (pasta, líquido, emulsão, solução etc.) a ser desidratado, são: teor de sólidos, densidade, tensão superficial e viscosidade (ROSA et al., 2006).

Os fluidos são classificados como Newtoniano e não-Newtoniano, conforme seu comportamento; os Newtonianos independem da taxa de cisalhamento que, na prática, para uma certa temperatura a viscosidade dos fluidos Newtonianos permanece constante, indiferente de qual modelo de viscosímetro, spindle ou velocidade, seja usado para medi-la, enquanto os fluidos não-Newtonianos são definidos como aqueles cuja relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação ($\sigma/\dot{\gamma}$) não é uma constante, ou seja, os fluidos mudarão conforme varie a tensão de cisalhamento (STREETER, 1978).

Tem-se, dentre os fluidos não-Newtonianos, independente do tempo, os pseudoplásticos, os dilatantes e os plásticos. Nos pseudoplástico, a viscosidade diminui com o aumento da taxa de deformação; nos dilatantes, a viscosidade aumenta com o acrescimento da taxa de deformação; e os plásticos, que se comportam como sólidos sob condições estáticas (STREETER, 1978).

Dependendo das condições de armazenamento, das suas características físico-químicas, temperatura e tipo de processamento, os fluidos alimentícios podem se comportar de várias maneiras. VIDAL-MARTINS et al. (2005) verificaram que o leite UAT/UHT se comportou como fluido newtoniano até 30 dias de estocagem, porém, após 60 dias de vida de prateleira este comportamento ocorreu como fluido não newtoniano, isto é, com características pseudoplásticas. De acordo com os pesquisadores, ficou demonstrado que o aumento da viscosidade aparente no decorrer da vida de prateleira resultou em mudança no comportamento do fluido durante os 120 dias de estocagem.

QUEIROZ et al. (2000) ao estudarem o comportamento reológico de sucos de abacaxi *in natura* e sucos tratados com enzima pectinolítica, no qual cada um dos dois tipos de suco foi estudado através de seis frações, divididas em quatro peneiradas, uma centrifugada e uma integral, observaram que das seis frações *in natura* quatro apresentaram comportamento pseudoplástico, uma se caracterizou como fluido newtoniano e outra como fluido dilatante, enquanto das seis frações tratadas com a enzima cinco tiveram comportamento pseudoplástico e uma se comportou como fluido newtoniano. Esses pesquisadores concluíram, ainda, que o teor de sólidos insolúveis suspensos mostrou-se como o principal fator responsável pelo comportamento reológico dos sucos de abacaxi *in natura* e despectinizados.

Segundo QUEIROZ (1998), as referências bibliográficas que tratam da reologia de sucos ou polpa de frutas, estabelecem que os principais elementos que respondem pelo comportamento reológico desses produtos, são: a temperatura, a concentração de sólidos solúveis e o teor de pectinas.

PEREIRA et al. (2003) observaram que o mel de uruçú (*Melipona scutellaris* L.) se comportou como fluido pseudoplástico a 10 °C, newtoniano a 20 °C e como dilatante a 30, 40 e 50 °C.

Ao estudarem o comportamento reológico de polpa de frutas, diferentes pesquisadores verificaram que os mesmos eram fluidos newtonianos com características pseudoplásticas, como exemplo: suco de manga (DAK et al., 2007); polpa de manga centrifugada (VIDAL et al., 2006); polpa de goiaba (FERREIRA et al., 2002); polpa de açaí (PEREIRA et al., 2003) e suco de cinco genótipos de acerola (GOMES et al., 2001).

2.4 - Secagem

Secagem e desidratação são termos similares. Na terminologia dos pesquisadores do tema, secagem é utilizada principalmente quando o processo envolve a transferência de calor do ambiente para o produto, a evaporação da água líquida contida no produto e sua retirada na forma de vapor, em convecção natural ou forçada. O termo desidratação, muitas vezes utilizado também para descrever um processo de secagem, é mais amplo e mais adequado para se denominar um processo de retirada de água de um produto sem que, necessariamente, haja transferência de calor e sem a evaporação da água líquida, como ocorre em um processo de desidratação osmótica (FIOREZE, 2004).

A secagem ou desidratação é muito utilizada para a preservação de alimentos, uma vez que, além de diminuir a disponibilidade da água para reações de deterioração dos produtos, aumentando sua estabilidade, reduz seu volume, facilitando o transporte e armazenagem. Trata-se de uma técnica simples, muitas vezes menos dispendiosa que outros processamentos. A secagem de alimentos utilizando o ar aquecido se baseia no aumento da temperatura do produto para evaporação da água e, se não for bem controlada, pode provocar alterações indesejáveis na aparência, cor, textura, e no conteúdo de nutrientes do produto final (SHIGERMATSU et al., 2005).

As vantagens de se utilizar o processo de secagem são várias, dentre as quais se tem: facilidade na conservação do produto; estabilidade dos componentes aromáticos à temperatura ambiente, durante longo tempo; proteção contra degradação enzimática e oxidativa; redução do seu peso; economia de energia por não necessitar de refrigeração e a disponibilidade do produto durante qualquer época do ano (PARK et al., 2001).

A desidratação, além de ser utilizada como método de conservação, impedindo a deterioração e perda do valor comercial, objetiva também o refinamento do alimento,

tendo-se como conseqüência a instalação de um novo produto no mercado o que, usualmente, vem motivando os investimentos de produção e beneficiamento agrícola, face aos benefícios monetários que derivam da transformação do produto (SOARES et al., 2001).

De acordo com GAVA (1998), de modo geral os secadores podem ser divididos em duas classes:

- Secadores adiabáticos: quando o calor é conduzido por meio de ar quente, onde estão incluídos o secador de cabine, secador de túnel, secador por aspersão (spray dryer), leite fluidizado, fornos secadores, “puff-dryer” e “foam mat dryer”.
- Transferência de calor por superfície sólida: geralmente neste tipo se trabalha com vácuo, tendo como exemplo o secador de tambor (drum-dryer) e outros desidratadores a vácuo.

2.4.1 - Secagem por aspersão

O secador por aspersão, também conhecido como secador por atomização, secador por nebulização ou spray dryer é, por definição, a transformação de um produto no estado fluido para o estado sólido, em forma de pó, através da dispersão de gotículas do material dentro de uma câmara, contatando com ar aquecido (MASTERS, 1979). Como é um processo de curtíssimo tempo, com um mínimo de degradação térmica no produto, este tipo de secagem tem sido empregado de forma crescente para a transformação de alimentos. Devido à grande área do material atomizado em relação ao seu volume, o tempo do processo demora poucos segundos, o que implica em uma rápida variação, simultânea, da atividade de água e da temperatura do produto. Embora alguns componentes voláteis possam se perder no processo, em razão do curto tempo de residência, a maior parte do aroma permanece no produto final (FIOREZE, 2004).

O processo de atomização é uma técnica de obtenção de pós utilizados em muitas indústrias, como as de plástico, resinas, detergentes, pesticidas, corantes (pigmentos), fertilizantes, produtos alimentícios (leite em pó, café solúvel, extratos de plantas etc.), produtos farmacêuticos e de cerâmica (RIBEIRO et al., 2001).

Para produtos alimentícios os secadores por atomização são usados na secagem de soluções, emulsões, polpas e pastas (VALDUGA et al., 2003).

A secagem por atomização é um método de conservação muito apropriado para desidratar substâncias termo-sensíveis como alimentos. Por se tratar de uma secagem

muito rápida e muito difícil, ocorre a necessidade da incorporação de aditivos (DAIÚTO & CEREDA, 2003).

São três os tipos básicos de atomizadores dos secadores por aspersão: os atomizadores rotativos, os pneumáticos e de atomizadores de bicos de pressão. Os atomizadores de bicos de pressão produzem pós com distribuição granulométrica menos homogênea e tamanhos inversamente proporcionais à pressão de bombeamento. A quantidade de pó atomizada está limitada pelo tamanho do orifício do bico e é proporcional à pressão aplicada (RIBEIRO et al., 2001).

A secagem por aspersão ainda é muito utilizada na microencapsulação de alimentos (produção de leite em pó e de seus derivados) e na produção de materiais biotecnológicos (encapsulação de aromas e de óleos insaturados), produção farmacêutica e cosmética e produção de pesticida (ADAMIEC & MARCINIAK, 2004).

A microencapsulação é definida como a tecnologia de recobrir partículas ou pequenas gotas de material líquido ou gasoso, formando cápsulas em miniatura, as quais podem liberar seu conteúdo em taxas controladas e/ou sob condições específicas. Tais microcápsulas podem apresentar tamanho na faixa de frações de micron até vários milímetros, possuindo diferentes formas, dependendo dos materiais e métodos utilizados em sua preparação (ASTOLFI-FILHO et al., 2005).

A microencapsulação preserva a substância ativa de intempéries, evita perdas nutricionais, inibe reações com outros agentes, mascara cor e sabores, aumenta a vida útil, reduz o risco de toxicidade na manipulação de produtos, evita contaminação etc. (ROSA et al., 2006).

A microencapsulação também tem aplicações em produtos como óleos essenciais, herbicidas, inseticidas, paraticidas, armadilhas biológicas, biopesticidas, fármacos, produtos alimentícios, suplementos minerais, aromas, fragrâncias e aditivos naturais, entre outros (ROSA et al., 2006).

2.5 - Aditivos

De acordo com FIOREZE (2004) os aditivos são substâncias acrescentadas aos alimentos sem o propósito de alterar seu valor nutritivo mas com o objetivo de conservar e/ou melhorar o produto processado. Alguns aditivos podem causar profundas alterações nos alimentos, como o sal, a sacarose e o ácido acético; outros são utilizados como forma

de impedir um aspecto indesejado no alimento. Existem aditivos que também são utilizados para facilitar o processamento de alimentos.

De acordo com GAVA (1998) o aditivo pode ser usado com vantagem para o consumidor, desde que possa ser tecnologicamente justificado quando utilizado com um dos seguintes propósitos:

- aumentar o valor nutritivo do alimento
- aumentar a conservação ou estabilidade, com resultante redução nas perdas de alimento
- tornar o alimento mais atrativo ao consumidor, porém sem levá-lo a uma confusão
- fornecer condições essenciais ao processamento do alimento.

Na secagem por atomização alguns aditivos, como goma arábica, amidos e maltodextrina, são empregados para introduzir alterações físicas no produto, para reduzir a decomposição do produto nas paredes do equipamento e para facilitar a manipulação do produto (DAIÚTO & CEREDA, 2003).

2.5.1 - Maltodextrina

O amido pode ser enzimaticamente modificado para produzir maltodextrina, ciclodextrina e oligossacarídeos. A modificação das propriedades do amido via derivatização é um importante fator para incrementar o uso do amido, pois pode intensificar a capacidade de espessante, formação de gel, aderência, adesivo e formação de filme (MARINELLI et al., 2000).

Segundo DAIÚTO & CEREDA (2003) maltodextrinas são produtos em pó de cor branca a levemente creme, que apresentam sabor neutro a levemente adocicado, pH entre 4,0 a 5,5, acidez entre 0,5 e 2,0 mL de NaOH/100g, com baixa presença de maltose (<5%) e glicose (<3%). No Brasil, as maltodextrinas são utilizadas para desidratação de produtos, como: suco de frutas, achocolatado em pó, produtos farmacêuticos etc.

A maltodextrina é usada porque, além do baixo custo, apresenta baixa higroscopicidade, evitando a aglomeração das partículas; possui efeito antioxidante e apresenta a capacidade de reter voláteis na faixa de 65 a 80% (ABURTO et al., 1998).

Muitos pesquisadores utilizaram a maltodextrina como material de parede ou para facilitar a secagem por atomização: ASCHERI et al. (2003) para microencapsular óleo essencial de laranja; ANSELMO et al. (2006) na secagem de polpa de cajá; OLIVEIRA (2006) na secagem de polpa de pitanga, e CAVALCANTI MATA et al. (2005) utilizaram, além da maltodextrina, goma arábica e β -ciclodextrina para obter umbu em pó, entre outros.

2.6 - Isotermas de adsorção de umidade

Os microrganismos necessitam de água para desenvolver suas funções, e esta água deve ser livre, ou seja, não pode estar ligada a nenhuma outra substância, pois cada tipo de microrganismo possui uma exigência mínima e máxima de água livre para se desenvolver (FERREIRA NETO, 2002).

De acordo com BOBBIO & BOBBIO (1995), a água ligada está comprometida com a matéria seca do alimento, não estando disponível para processos químicos e/ou microbianos; em vista disto, a água, que contribui para esses processos é aquela que se encontra no estado livre, é expressa como atividade de água (a_w), definida pela relação entre a pressão de vapor da água em equilíbrio sobre o alimento (P), e a pressão de vapor da água pura (P_o) a mesma temperatura.

$$a_w = \frac{P}{P_o} \quad (2.1)$$

ou, ainda, pode ser calculada em função da umidade relativa de equilíbrio (UR):

$$a_w = \frac{UR}{100} \quad (2.2)$$

De acordo com JARDIM (1987) existe um crescente reconhecimento da importância da atividade de água em caracterizar o estado da água nos alimentos, principalmente no tocante à sua disponibilidade para alterações físicas, químicas e biológicas associadas à estabilidade e conservação de alimentos frescos e processados.

As isotermas de adsorção de umidade são representações gráficas que descrevem a quantidade de água adsorvida por um produto, a uma temperatura, em função da atividade de água (a_w) ou da umidade relativa (ASCHERI, 1999).

As isotermas de sorção são importantes para o processo de desidratação de alimentos, por determinarem o ponto final de secagem e para se calcular o tempo de vida de prateleira do produto (AROGBA, 2001) assim como o tipo de embalagem adequada para armazená-lo (GALDINO et al., 2005).

As isotermas de adsorção de umidade podem ser estimadas através da utilização de modelos matemáticos, cuja vantagem reside no fato de que, com poucos pontos experimentais, pode-se construir uma isoterma que, por outro lado pode ser facilmente interpolada ou extrapolada para obtenção de pontos nas regiões de baixas e altas a_w (PENA et al., 1996).

Dentre os modelos existentes na literatura, os de Peleg (Eq. 2.3), GAB (Eq. 2.4) e Oswin (Eq. 2.5) têm sido utilizados na predição das isotermas de adsorção de umidade de produtos alimentícios em pó.

$$U_{eq} = k_1 a_w^{n_1} + k_2 a_w^{n_2} \quad (2.3)$$

em que:

U_{eq} - umidade de equilíbrio

k_1 e k_2 - constantes da equação

a_w - atividade de água

n_1 e n_2 - constantes da equação.

.

$$U_{eq} = \frac{x_m C k a_w}{(1 - k a_w)(1 - k a_w + C k a_w)} \quad (2.4)$$

em que:

U_{eq} - umidade de equilíbrio

a_w - atividade de água

x_m - umidade na monocamada molecular

C e K - parâmetros que dependem da temperatura e natureza do produto.

$$U_{eq} = a \left(\frac{a_w}{(1 - a_w)} \right)^b \quad (2.5)$$

em que:

U_{eq} - umidade de equilíbrio

a_w - atividade de água

a e b - parâmetros de ajuste do modelo.

FERREIRA & PENA (2003) e SILVA et al. (2006b) utilizaram o modelo de GAB na estimativa das isotermas de adsorção de umidade da farinha de pupunha e do camu-camu em pó, respectivamente, obtendo $R^2 > 0,99$, enquanto PENA et al. (2000) utilizaram o modelo de Oswin na predição das isotermas de adsorção de umidade do guaraná (*Paullinia cupana*) em pó, nas temperaturas de 15° C, 25° C e 35° C, obtendo também $R^2 > 0,99$; já ALEXANDRE et al. (2007) usaram o modelo de Peleg na predição das isotermas de adsorção de umidade da pitanga em pó, nas temperaturas de 10, 20, 30 e 40°C, obtendo $R^2 > 0,98$.

2.7 - Embalagem

Atualmente estão disponíveis, no mercado, inúmeras opções de embalagens de papel, plásticas flexíveis, laminadas e/ou cartonadas, com diferentes características de barreira a gases, vapor de água e a luz, e a possibilidade de se incorporar métodos que controlem e/ou modifiquem a atmosfera interna do produto (vácuo e/ou adição de gases: N_2 , CO_2 , etc.) permitindo, desta forma, a implantação de novas técnicas de preservação do produto, facilitando a distribuição e a comercialização (VALDUGA et al., 2005).

As embalagens são usadas em alimentos para atender às seguintes finalidades: protege-lo contra contaminações ou perdas, facilitar e assegurar o transporte, identificar o conteúdo em qualidade e quantidade, identificar o fabricante e o padrão de qualidade, atrair a atenção do consumidor, induzir o comprador para a compra e instruir o consumidor no uso do produto (GAVA, 1998).

Produtos submetidos a secagem, embora se beneficiem do retardo no crescimento de microrganismo e do aumento no tempo de conservação (EVANGELISTA, 1992) necessitam, nas fases de transporte e armazenamento, de embalagem adequada, que mantenha as características do produto obtidas na secagem.

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 se constituindo em uma barreira que impede ou dificulta o contato entre o ambiente externo e o produto (GARCIA et al., 1989).

As embalagens para produtos desidratados variam bastante porém as mais utilizadas são os sacos plásticos transparentes, que podem ser fechados por presilhas ou selados pelo calor, bandejas de isopor com filme plástico transparente, sacos plásticos fechados a vácuo, sacos plásticos com atmosfera modificada ou vidro (FIOREZE, 2004).

2.7.1 - Laminada

Os laminados são embalagens compostas às quais são sobrepostos filmes plásticos, de alumínio, de papel ou de papelão e outro filme plástico; a vantagem dessa embalagem é que, além de ser leve, permite o aquecimento do alimento diretamente na embalagem, facilitando o uso rápido de alimentos congelados ou pré-cozidos (BOBBIO & BOBBIO, 1995).

A elaboração do laminado, além de solucionar problema de custo para dotar os plásticos tradicionais de maior eficiência, com o aumento da espessura, assegura também a acentuada melhoria dos requisitos de impermeabilidade, de termossoldagem, de resistência a tração e facilidade de impressão (EVANGELISTA, 1998).

Vários pesquisadores têm utilizado embalagens laminadas no armazenamento de produtos em pó. SILVA et al. (2005a), ao estudarem o armazenamento do umbu-cajá em pó, durante 60 dias, em dois tipos de embalagem (laminada e de polietileno), observaram que as amostras acondicionadas nas embalagens laminadas foram as que apresentaram os melhores resultados quanto à sua preservação, ao final do tempo de armazenamento.

ALVES & BORDIN (1998) notaram que o café solúvel acondicionado em embalagens de PEBD (30 μ m), BOPP/BOPPP (20 μ m/40 μ m) e PETmet/PEBD (12 μ m/70 μ m) possui vida útil de aproximadamente 15 dias; 3 meses e 3,5 a 4 meses, respectivamente, quando armazenado a 30 °C e 80% de umidade relativa.

LOUREIRO (2006) estudando o comportamento do buriti em pó armazenado em embalagens laminadas e de polietileno em temperatura ambiente constatou que, ao final do armazenamento, as amostras acondicionadas em embalagem laminada foram as que apresentaram melhor estabilidade.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Local de realização do trabalho

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em Campina Grande, PB.

3.2 - Matérias-primas

Utilizaram-se, como matérias-primas para compor as formulações a serem secas, leite de cabra pasteurizado padronizado (Marca - Cariri), polpa de umbu-cajá integral e maltodextrina DE – 1910 (Corn Products Brasil).

O leite de cabra foi adquirido na Cooperativa Agropecuária do Cariri Ltda (COAPECAL), localizada na fazenda Bodopitá, Caturité, PB, enquanto que os frutos de umbu-cajá foram colhidos na zona rural da cidade de Araruna, na região do Curimataú Paraibano.

3.3 – Processamento da polpa de umbu-cajá

As etapas do processamento do umbu-cajá estão representadas no fluxograma da Figura 3.1.

Os frutos de umbu-cajá foram selecionados manualmente, separando-se os frutos verdes dos maduros; a seguir, foram lavados em água corrente e depois imersos em uma solução de hipoclorito de sódio a 50 ppm, durante 15 minutos; em seguida, foram enxaguados em água corrente e realizado o despulpamento em despulpadeira mecânica da marca Laboremus; após esta etapa a polpa de umbu-cajá (Figura 3.2) foi embalada em sacos de polietileno de baixa densidade, com capacidade para 500 g, congelada por imersão dos sacos em nitrogênio líquido (-196°C) e armazenadas em freezer a -22°C, até sua utilização nos experimentos.

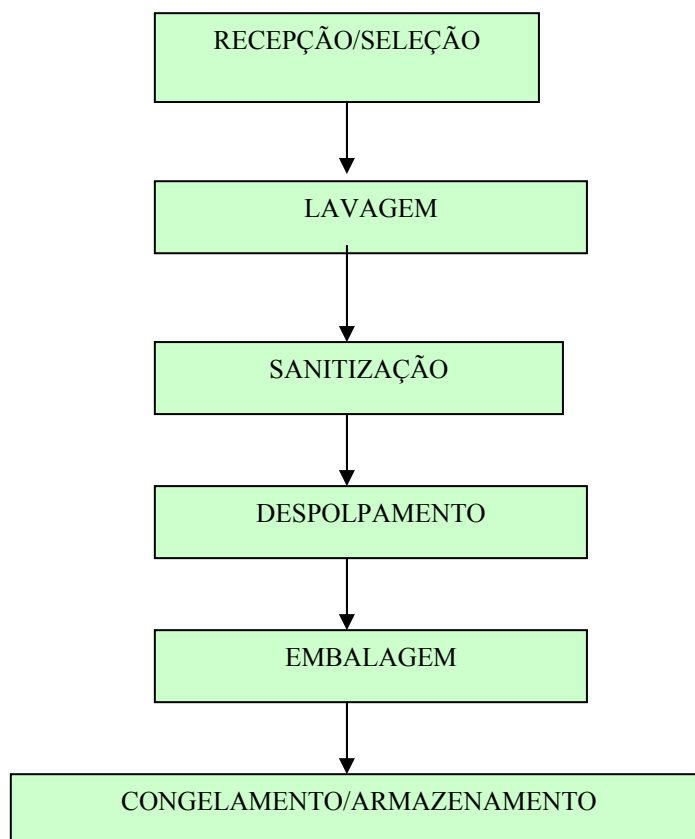


Figura 3.1 - Fluxograma do processamento da polpa de umbu-cajá



Figura 3.2 - Polpa de umbu-cajá e leite de cabra congelados

3.4 - Análises físico-químicas do leite de cabra integral

Realizaram-se, no leite de cabra, análises físico-químicas, de acordo com as metodologias recomendadas pela legislação em vigor (BRASIL, 2000a) e pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005).

3.4.1 - Acidez

Determinou-se a acidez do leite de cabra utilizando-se a técnica de titulação com solução de NaOH padronizada de acordo com a metodologia do LANARA (BRASIL, 1981). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido láctico.

3.4.2- Gordura

A fração lipídica no leite de cabra foi definida segundo a metodologia do LANARA (BRASIL, 1981). Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.4.3 - Sólidos não gordurosos

Determinados pela diferença entre o resíduo seco e os lipídios.

3.4.4 - Densidade a 15°C

Definiu-se a densidade do leite a 15°C utilizando-se termolactodensímetro de Quevenne.

3.4.5 - Lactose

Foi mensurada de conformidade com a metodologia de Lane & Eynon (BRASIL, 2005) e os resultados foram expressos em porcentagem.

3.4.6 - Cinzas

O teor de cinzas foi determinado através do método descrito de acordo com a metodologia do LANARA (BRASIL, 1981) e os resultados expressos em porcentagem.

O princípio deste método se fundamenta na perda de peso, que ocorre quando o material é incinerado a 550°C, com destruição da matéria orgânica, sem apreciável decomposição dos constituintes do resíduo mineral ou perda por volatilização.

3.4.7 - pH

A medida do pH do leite foi determinada através de leitura direta em peagômetro da marca Analyser modelo 300M.

3.4.8 - Sólidos solúveis (°Brix)

O °Brix foi definido através da leitura direta em refratômetro tipo Abbe.

3.4.9 – Extrato seco

Foi estabelecido através do método gravimétrico, de acordo com a metodologia do LANARA (BRASIL, 1981) e os resultados expressos em porcentagem.

3.5 - Análises físico-químicas da polpa de umbu-cajá

3.5.1 - pH

O pH foi prescrito através do método potenciométrico, utilizando-se um peagômetro da marca Analyser, modelo 300M, previamente calibrado com solução tampão de pH 7,00 e 4,00.

3.5.2 - Sólidos solúveis (°Brix)

O °Brix foi determinado através da leitura direta em refratômetro tipo Abbe.

3.5.3 - Ácido ascórbico

O método da AOAC (1997), modificado por BENASSI & ANTUNES (1988) no qual se substitui o solvente extrator ácido metafosfórico por ácido oxálico, se baseia na titulação, empregando-se o 2,6 diclorofenol indofenol sódio que dá cor azul em solução alcalina e cor rósea em solução ácida.

3.5.4 - Sólidos totais

Os sólidos totais foram determinados segundo o método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005) e os resultados expressos em percentagem.

3.5.5 - Acidez total titulável

Definiu-se a acidez total titulável pelo método acidimétrico da AOAC (1997); os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico.

3.5.6 - Açúcares redutores

A determinação dos açúcares redutores foi realizada pelo método de redução alcalina (AOAC, 1997), a qual se baseia na redução dos sais cúpricos e óxidos cuprosos presentes na solução de Fehling. Os resultados foram expressos em percentagem de glicose.

3.5.7 - Cinzas

Determinadas segundo o método da AOAC (1997) e os resultados expressos em percentagem.

3.5.8 - Umidade

A umidade das amostras foi determinada segundo o método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005) os resultados foram expressos em percentagem.

3.6 - Preparo das formulações

Elaboraram-se formulações compostas de leite de cabra, polpa de umbu-cajá e maltodextrina, as quais foram preparadas através da homogeneização dos componentes, até completa dissolução. A maltodextrina foi adicionada nas proporções de 10 e 15%, calculando-se este percentual sobre o peso total das misturas de leite de cabra e polpa de umbu-cajá, elaboradas em proporções fixas de 80 e 20%, respectivamente.

3.7 – Viscosidades aparentes

As determinações das viscosidades aparentes (medidas reológicas) foram realizadas utilizando-se um viscosímetro (Figura 3.3) da marca Brookfield, fabricado por Brookfield Engineering Laboratories, Inc.EUA., nas velocidades de rotação de 0,5, 1,0, 2,5, 5,0, 10, 20, 50, e 100rpm e temperaturas de 10, 20, 30, 40 e 50 °C.



Figura 3.3 - Viscosímetro Brookfield

3.8 - Secagem

As secagens das formulações foram realizadas usando o mini secador por aspersão LM MSD 1.0 da Labmaq do Brasil Ltda (Figura 3.4), na secagem, os parâmetros controlados foram: vazão de alimentação da bomba peristáltica (0,5 L/h), vazão do ar de secagem igual a 0,6 m³/min, vazão do ar comprimido para atomização de 30 L/min com diâmetro do bico atomizador de 0,7 mm e temperatura na entrada do secador de 150 °C.

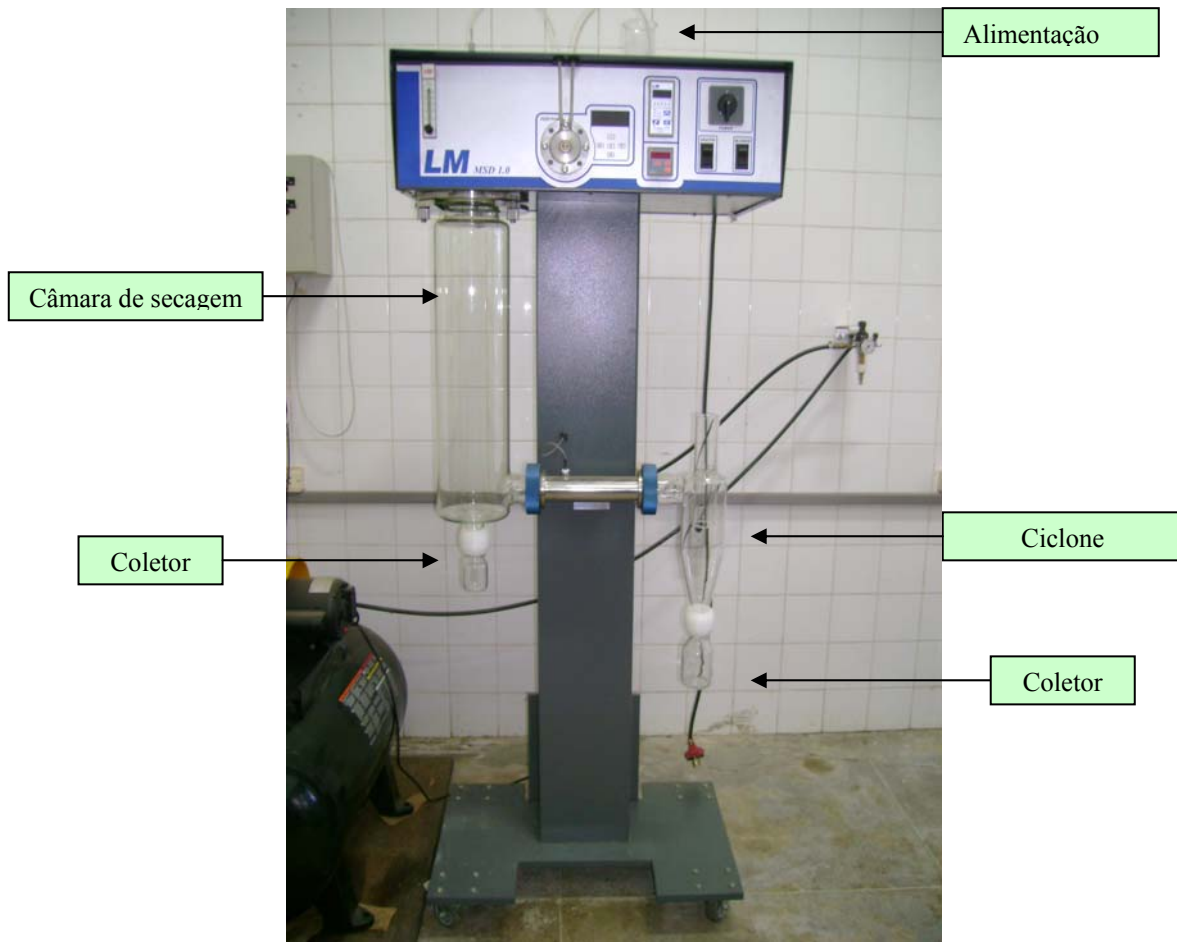


Figura 3.4 - Mini secador por aspersão LM MSD 1.0 da Labmaq do Brasil Ltda

3.9 - Isotermas de adsorção de umidade

As isotermas de adsorção de umidade das amostras em pó foram determinadas com o equipamento Termoconstanter Novasina TH2000 nas temperaturas de 20, 25, 30, 35 e 40 °C.

O método utilizado para determinar as isotermas de adsorção de umidade foi baseado no estudo de CAPRISTE & ROTSTEIN (1982).

Pesou-se aproximadamente 1g da formulação em pó dentro da célula que acompanha o aparelho; em seguida, a célula foi levada ao equipamento para a leitura da atividade de água, quando a massa da amostra entrou em equilíbrio, fez-se a leitura da atividade de água e a pesagem da massa da amostra; após a pesagem, a amostra foi transferida para um ambiente saturado (dessecador com água destilada) para o produto absorver umidade; decorridos 30 minutos, a amostra retornava ao equipamento para a

realização de uma nova leitura, posteriormente à determinação desses pontos, as amostras foram levadas a uma estufa, para determinação da massa seca.

A umidade de equilíbrio (Eq. 3.1) em base seca foi determinada pela diferença entre a massa da amostra no equilíbrio e a massa seca, determinada em estufa.

$$U_{eq} = \frac{m_{eq} - m_s}{m_s} \quad (3.1)$$

em que:

U_{eq} - umidade de equilíbrio (% base seca)

m_{eq} - massa da amostra no equilíbrio (g)

m_s - massa seca da amostra (g)

Para o ajuste matemático das isotermas de adsorção de umidade das amostras em pó, utilizaram-se os modelos de Peleg (Eq. 3.2), GAB (Eq. 3.3) e Oswin (Eq. 3.4), fazendo-se uso do programa Statistica, através de regressão não linear e dos métodos de estimação Quase-Newton e Rosenbrock pattern search.

Modelo de Peleg

$$U_{eq} = k_1 a_w^{n_1} + k_2 a_w^{n_2} \quad (3.2)$$

em que:

U_{eq} - umidade de equilíbrio

k_1 e k_2 - constantes da equação

a_w - atividade de água,

n_1 e n_2 - constantes da equação.

Modelo de GAB

$$U_{eq} = \frac{x_m C k a_w}{(1 - k a_w)(1 - k a_w + C k a_w)} \quad (3.3)$$

em que:

U_{eq} - umidade de equilíbrio

a_w - atividade de água

X_m - umidade na monocamada molecular

C e K - parâmetros que dependem da temperatura e natureza do produto.

Modelo de Oswin

$$U_{eq} = a \left(\frac{a_w}{(1 - a_w)} \right)^b \quad (3.4)$$

em que:

U_{eq} - umidade de equilíbrio

a_w - atividade de água

a e b - parâmetros de ajuste do modelo.

Os critérios usados para determinação do melhor modelo ajustado às isotermas de adsorção de umidade, foram o coeficiente de determinação (R^2) e o desvio percentual médio (P) calculado pela Eq. 3.5.

$$P = \frac{100}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{|(M_{exp} - M_{teor})|}{M_{exp}} \quad (3.5)$$

donde:

M_{exp} - valores obtidos experimentalmente

M_{teor} - valores preditos pelo modelo

n - número de dados experimentais.

3.10 – Armazenamento das amostras em pó

As amostras em pó foram embaladas (Figura 3.6) em dois diferentes tipos de embalagens plásticas flexíveis laminadas (Laminada 1 e Laminada 2) e deixadas sob as condições ambientais do laboratório, onde se faz o acompanhamento mensal da estabilidade e vida-de-prateleira, através da determinação dos parâmetros umidade, cor, ácido ascórbico, açúcares redutores, pH e acidez total titulável, durante seis meses.



Figura 3.6 - Embalagens laminadas

A embalagem Laminada 1 era composta de uma camada de BOPP Metal (polipropileno biorientado com metalização de alumínio) com espessura de 20 μm e uma camada de PEBD Cristal (polietileno de baixa densidade) com espessura de 90 μm , totalizando uma espessura de aproximadamente 110 μm , enquanto a embalagem Laminada 2 se compunha de uma camada de BOPP pérola (polipropileno biorientado) com espessura de 25 μm e uma camada de poliéster com espessura de 12 μm , possuindo uma espessura total de aproximadamente 37 μm . Ambas as embalagens tinham aproximadamente 10 cm de comprimento por 10 cm de largura e continham uns 30 g da amostra em cada embalagem.

3.10.1 - Umidade

A umidade das amostras foi determinada segundo o método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005).

3.10.2 - Ácido ascórbico

A análise do ácido ascórbico foi realizada nas amostras reconstituídas com água destilada, de acordo com o método da AOAC (1997) modificado por BENASSI & ANTUNES (1988).

3.10.3 - Cor

As medidas dos parâmetros da cor das amostras em pó foram definidas utilizando-se um colorímetro construído segundo MOTTA (2005), obtendo-se os valores de L^* (luminosidade), $+a^*$ (intensidade de vermelho) e $+b^*$ (intensidade de amarelo).

3.10.4 - Açúcares redutores

A determinação dos açúcares redutores foi realizada pelo método de redução alcalina (AOAC, 1997), a qual se baseia na redução dos sais cúpricos e óxidos cuprosos presentes na solução de Fehling. Os resultados foram expressos em porcentagem de glicose.

3.10.5 - Acidez titulável

Foi determinada de acordo com o item 3.5.5

3.10.6 - pH

O pH foi mensurado através do método potenciométrico em peagômetro da marca Analyser modelo 300M, previamente calibrado com solução tampão de pH 7,00 e 4,00.

3.11 - Análise estatística

A análise estatística dos dados experimentais foi realizada com o programa computacional ASSISTAT (SILVA & AZEVEDO, 2002).

Para os dados da caracterização das formulações e do armazenamento o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com a comparação entre médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; também foram feitas regressões na análise de variância dos dados da umidade e do ácido ascórbico, em função do tempo de armazenamento.

Para os dados da viscosidade aparente da polpa de umbu-cajá integral e das formulações (emulsões) utilizou-se um fatorial 5 x 8 (5 temperaturas e 8 velocidades de rotação), com 6 repetições, com a comparação entre médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade também foram feitas regressões na análise de variância dos dados da viscosidade aparente, em função da temperatura.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Caracterização da polpa de umbu-cajá

Tem-se na Tabela 4.1, os valores médios da caracterização físico-química da polpa de umbu-cajá integral.

Os valores médios da umidade e dos sólidos totais determinados para a polpa de umbu-cajá são, respectivamente, iguais a 89,55 e 10,45%. Esses valores se aproximam dos encontrados por SILVA (2003), que foram de 88,57 e 11,43% para polpa de umbu-cajá, proveniente do estado do Rio Grande do Norte.

O valor de pH encontrado foi igual a 2,52, inferior ao indicado por NORONHA et al. (2000), de 3,27 para umbu-cajá maduro e superior ao valor encontrado por LIMA et al. (2002), de 2,02 para a polpa de umbu-cajá.

Observa-se que o valor médio dos sólidos solúveis totais da polpa de umbu-cajá integral foi igual a 12,00 °Brix, aproximando-se do valor determinado por SILVA (2003), de 12,31 °Brix e intermediário aos valores encontrados por NORONHA et al. (2000) de 11,04 e 12,88 °Brix para a polpa de umbu-cajá nos estádios de maturação maduro (estádio intermediário entre verde e maduro) e maduro, respectivamente. De acordo com BRASIL (2000b), os teores de sólidos solúveis totais (SST) mínimos exigidos pela legislação atual para a polpa de cajá pertencente à mesma família das Anacardiáceas e do mesmo gênero (*Spondias*) do umbu-cajá, é de 9 °Brix, ou seja, mesmo não havendo legislação para a polpa de umbu-cajá, esta polpa supera os valores mínimos estipulados para a polpa de cajá.

O teor de cinzas determinado para a polpa de umbu-cajá integral foi de 0,41%, inferior ao encontrado por SILVA (2003) que foi de 0,54% para a polpa de umbu-cajá. Estas diferenças são pertinentes, em razão das condições climáticas e tipos de solo dos locais de cultivo.

O teor de ácido ascórbico encontrado para a polpa de umbu-cajá foi de 13,53 mg/100 g, situando-se dentro da faixa de 6,99 a 23,85 mg/100 g determinada por PINTO et al. (2003) para os diferentes genótipos de umbu-cajá, o que mostra a alta variabilidade existente na espécie em relação ao teor de ácido ascórbico.

O valor relativo à acidez total titulável da polpa de umbu-cajá, expresso em gramas de ácido cítrico, atingiu uma média de 2,04%, superior, portanto, ao valor de 1,59% de ácido cítrico definido por MELO et al. (2004) de frutos adquiridos no comércio de Sobral,

Estado do Ceará, e inferior ao valor da variedade Berre, de 2,6% de ácido cítrico de frutos coletados no Estado da Bahia (MACHADO et al., 2005).

Quanto ao teor de açúcares redutores o valor médio encontrado para a polpa de umbu-cajá foi igual a 7,22% de glicose, superior ao valor encontrado por SILVA (2003); de 6,09% de glicose.

Tabela 4.1 - Valores médios e desvios padrões dos parâmetros químicos e físico-químicos da polpa de umbu-cajá

| Parâmetro | Média e Desvio Padrão |
|--|------------------------------|
| Umidade (%) | 89,55 ± 0,12 |
| Sólidos totais (%) | 10,45 ± 0,12 |
| pH | 2,52 ± 0,02 |
| Sólidos solúveis totais (°Brix) | 12,00 ± 0,00 |
| Cinzas (%) | 0,41 ± 0,01 |
| Ácido ascórbico (mg/100 g) | 13,53 ± 0,28 |
| Acidez total titulável (% ácido cítrico) | 2,04 ± 0,03 |
| Açúcares redutores (% glicose) | 7,22 ± 0,17 |

4.2 – Caracterização do leite de cabra

São encontrados na Tabela 4.2, os valores médios da caracterização físico-química do leite de cabra pasteurizado padronizado. O valor da densidade para o leite de cabra utilizado neste trabalho, foi de 1.029,1 kg/m³, estando dentro do padrão de qualidade para o leite de cabra, que estabelece o intervalo de 1.028 a 1.034 kg/m³ (BRASIL, 2000a).

Observa-se que o valor médio do extrato seco total para o leite de cabra foi de 9,55%, sendo inferior ao encontrado por SILVA et al. (2006a) que obtiveram o valor médio de 10,67% para o leite de cabra ordenhado de cabras da raça Saanen, criadas na Bahia.

O pH para o leite de cabra foi de 6,77, valor próximo ao determinado por PRATA et al. (1998) que encontraram o valor médio de 6,65 para o leite de cabra de animais predominantemente da raça Saanen, criados no Sudeste.

O valor encontrado para sólidos solúveis totais do leite de cabra analisado foi de 8,25 °Brix.

O teor de lipídios do leite de cabra padronizado foi igual a 3,21%, próximo ao valor mínimo de 3% de gordura estabelecido pela legislação atual (BRASIL, 2000a) para leite de cabra padronizado e ao valor médio determinado por RIBEIRO et al. (1997) de 3,29% para o leite de cabra de um criatório na região Sudeste do Brasil e superior ao encontrado por SILVA et al. (2006a) que obtiveram o valor médio de 2,74% para o leite de cabras da raça Saanen criadas na Bahia.

O valor dos sólidos não-gordurosos encontrado para o leite de cabra, foi 6,33%, inferior ao teor mínimo de 8,20% estabelecido pela legislação atual (BRASIL, 2000a) para o leite de cabra de todas as variedades.

O conteúdo mineral (cinzas) do leite de cabra foi de 0,77% dentro portanto, do padrão de qualidade da legislação vigente (BRASIL, 2000a) a qual estabelece, para o leite de cabra, um teor mínimo para as cinzas de 0,70%, e sendo superior ao determinado por PRATA et al. (1998) que foi de 0,74% proveniente de cabras da raça Saanen, criadas na região Sudeste.

A acidez total titulável do leite de cabra foi de 0,13% de ácido láctico, correspondendo ao valor mínimo estabelecido pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 2000a) para a qualidade do leite de cabra, que se situa entre 0,13 a 0,18% de ácido láctico para todas as variedades.

A porcentagem de lactose determinada para o leite de cabra foi de 4,27%, correspondendo ao valor mínimo estabelecido pela atual legislação (BRASIL, 2000a) que é de 4,3% de lactose, próximo aos valores determinados por RIBEIRO et al. (1997), que foi, em média, de 4,2% de lactose, e por PRATA et al. (1998) de 4,35% de lactose.

Tabela 4.2 - Valores médios e desvios padrões dos parâmetros químicos e físico-químicos do leite de cabra

| Parâmetro | Média e Desvio Padrão |
|--|------------------------------|
| Densidade (kg/m ³) | 1.029,1 ± 0,0 |
| Extrato seco total (%) | 9,55 ± 0,10 |
| pH | 6,77 ± 0,01 |
| Sólidos solúveis totais (°Brix) | 8,25 ± 0,00 |
| Lipídios (%) | 3,21 ± 0,10 |
| Sólidos não gordurosos (%) | 6,33 ± 0,19 |
| Cinzas (%) | 0,77 ± 0,01 |
| Acidez total titulável (% ácido láctico) | 0,13 ± 0,00 |
| Lactose (%) | 4,27 ± 0,02 |

4.3 – Caracterização das formulações com 10% e 15% de maltodextrina

Tem-se, nas Tabelas A.1 a A.7, as análises de variância dos parâmetros avaliados para as formulações, observando-se que o fator avaliado (concentração de maltodextrina) foi significativo pelo teste F, exceto para o teor de cinzas.

Apresentam-se, na Tabela 4.3, os valores médios da caracterização físico-química das emulsões (formulações) contendo concentração fixa para o leite de cabra (80%) e para a polpa de umbu-cajá (20%) e variável de maltodextrina com duas concentrações (10% e 15%).

Os valores de umidade determinados para as formulações com 10 e 15% de maltodextrina foram, respectivamente, de 82,43 e 78,33%, médias essas estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Como previsto, com o aumento da concentração de maltodextrina deu-se redução do conteúdo de água mas, em razão dos erros experimentais na pesagem dos componentes das formulações e da própria determinação da umidade, esta diminuição não foi exatamente de 5%, que é a diferença de uma concentração de maltodextrina para a outra e, sim, de 4,1%. MELO et al. (2005) encontraram teor de umidade inferior para a formulação da polpa de goiaba com adição de 20% de sacarose, que foi de 69,53%.

Os sólidos totais determinados nas emulsões, foram de 17,57% para a formulação com 10% de maltodextrina e de 21,67% para a formulação com 15% de maltodextrina,

sendo estatisticamente diferentes, de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Esses valores são superiores aos da polpa de pitanga formulada com 15% de maltodextrina determinada por OLIVEIRA et al. (2006) que foi de 14,6%, diferença esta em razão do leite de cabra possuir, em geral, teor de sólidos totais muito superior ao de polpa de frutas.

O pH obtido para as duas formulações com 10 e 15% de maltodextrina foram, respectivamente, de 4,62 e 4,58, considerados estatisticamente diferentes a 5% de probabilidade. Com a mistura dos componentes das formulações constata-se que os valores do pH das emulsões se mantiveram entre o pH do leite de cabra (6,77) e o pH da polpa de umbu-cajá (2,52), como previsto, resultando em valores bem próximos da média. Com a adição de diferentes concentrações de maltodextrina (10 e 15%) houve diminuição do pH com o aumento do percentual de maltodextrina, tendência não observada por DRUNKLER et al. (2001) quando prepararam iogurte à base de leite de cabra com adição de 0,4% de beta-ciclodextrina e sem adição de beta-ciclodextrina, em razão da baixa concentração de aditivo utilizado.

Os sólidos solúveis totais das emulsões foram de 16,50 °Brix e 20,25 °Brix para as formulações com 10 e 15% de maltodextrina, respectivamente, valores superiores aos encontrados para o leite de cabra (8,25 °Brix) e para a polpa de umbu-cajá (12,00 °Brix). UGULINO et al. (2005) encontraram valor inferior dos sólidos solúveis totais para a emulsão composta de polpa de pinha e 75% de leite que foi de 15,58%.

As quantidades de ácido ascórbico nas formulações com 10 e 15% foram, respectivamente, de 1,14 mg/100 g e 1,02 mg/100 g, sendo estatisticamente diferentes a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey e inferiores ao valor determinado na polpa de umbu-cajá integral, que é o componente das formulações responsável pela quantidade de ácido ascórbico. Esta pequena quantidade de ácido ascórbico nas emulsões se deve à concentração de polpa de umbu-cajá, que foi de apenas 20%. O valor do ácido ascórbico na formulação com 10% de maltodextrina foi maior que na formulação com 15% de maltodextrina, o que já era esperado em razão da diluição da polpa com o aumento da concentração de maltodextrina; Esta tendência também foi observada por MEDEIROS (2004), ao preparar formulações à base de polpa de umbu, quando aumentou de 3 para 5% a concentração de goma arábica para uma concentração fixa de 15% de maltodextrina.

Os teores de cinza para as formulações com 10 e 15% de maltodextrina foram de 0,40 e 0,41%, considerados estatisticamente iguais a 5% de probabilidade, significando que o aumento da concentração de 10 para 15% de maltodextrina não influenciou na quantidade de minerais das emulsões. O teor de minerais das formulações resultou em

valores inferiores ao do leite de cabra, em razão da maltodextrina ser um carboidrato e contribuir apenas para a diluição da concentração das cinzas. DRUNKLER et al. (2001) observaram que a adição de 0,4% de beta-ciclodextrina ao iogurte à base de leite de cabra não influenciou significativamente o teor de minerais em relação à amostra controle (sem beta-ciclodextrina).

Os valores da acidez total titulável para as formulações com 10 e 15% de maltodextrina foram, respectivamente, de 0,3347% de ácido cítrico e 0,3152% de ácido cítrico, considerados estatisticamente diferentes a 5% de probabilidade, evidenciando que o aumento da concentração de maltodextrina influenciou significativamente a acidez das formulações, reduzindo seu valor. GOUVEIA et al. (2005) encontraram valor inferior da acidez total titulável para a polpa de graviola com adição de 75% de leite, que foi de 0,189% de ácido cítrico.

Os açúcares redutores das formulações com 10 e 15% de maltodextrina foram, respectivamente, de 4,88 e 5,07% de glicose, considerados estatisticamente diferentes a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Este aumento dos açúcares redutores com o aumento da concentração de maltodextrina era previsto em razão da maltodextrina ser uma mistura de sacarídeos nutritivos (carboidratos); conseqüentemente, o aumento da sua concentração acarreta um aumento dos açúcares. UGULINO et al. (2005) encontraram um teor de açúcares redutores superior para a emulsão composta de polpa de pinha e 75% de leite, que foi de 8,33% de glicose.

Tabela 4.3 - Valores médios e desvios padrões dos parâmetros químicos e físico-químicos das formulações com 10 e 15% de maltodextrina

| Parâmetro | Formulação com 10% de maltodextrina | Formulação com 15% de maltodextrina |
|--|--|--|
| Umidade (%) | 82,43 ± 0,03 a | 78,33 ± 0,12 b |
| Sólidos totais (%) | 17,57 ± 0,03 b | 21,67 ± 0,12 a |
| pH | 4,62 ± 0,02 a | 4,58 ± 0,01 b |
| Sólidos solúveis totais (°Brix) | 16,50 ± 0,00 | 20,25 ± 0,00 |
| Ácido ascórbico (mg/100 g) | 1,14 ± 0,04 a | 1,02 ± 0,04 b |
| Cinzas (%) | 0,40 ± 0,01 a | 0,41 ± 0,02 a |
| Acidez total titulável (% ac. cítrico) | 0,3347 ± 0,01 a | 0,3152 ± 0,00 b |
| Açúcares redutores (% glicose) | 4,88 ± 0,12 b | 5,07 ± 0,04 a |

4.4 – Viscosidade aparente

4.4.1 – Viscosidade aparente da polpa de umbu-cajá integral

Tem-se, na Tabela B.1 (Apêndice B), a análise de variância das viscosidades aparentes da polpa de umbu-cajá integral, para as variáveis velocidades de rotação, temperatura e interação entre a velocidade e a temperatura. Constata-se que todas as fontes de variação e sua interação foram significativas a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Tem-se, na Tabela 4.4, os valores médios da viscosidade aparente da polpa de umbu-cajá, em função das velocidades de rotação e das temperaturas avaliadas. Observando-se o comportamento das viscosidades em relação às velocidades de rotação, para cada temperatura isoladamente constata-se que, com o aumento da velocidade de rotação, ocorreu diminuição significativa da viscosidade aparente, exceto entre os valores médios que são estatisticamente iguais nas velocidades de 50 e 100 rpm, em todas temperaturas. Este comportamento está de acordo com TORRES et al. (2003) que também notaram, para polpas de umbu-cajá com diferentes concentrações, reduções das viscosidades aparentes com o aumento da velocidade de rotação, na temperatura variando de 10 °C. O aumento da velocidade de rotação de 0,5 rpm para 100 rpm provocou redução da viscosidade aparente da polpa de umbu-cajá, de aproximadamente 98%, em todas as temperaturas.

Em relação ao comportamento da viscosidade aparente da polpa de umbu-cajá com o aumento de temperatura, nota-se uma tendência de redução das viscosidades nas

velocidades de rotação de 0,5 a 5 rpm, ao passo que nas velocidades de 10 a 100 rpm não existe influência do aumento da temperatura nas viscosidades representadas pela igualdade estatística entre os valores médios. Entre as temperaturas de 10 e 50 °C, as reduções das viscosidades aparentes foram de 34,8, 32,2, 18,4 e 18,5%, nas velocidades de rotação de 0,5, 1, 2,5 e 5 rpm, respectivamente. GRANJEIRO (2004) ao estudar o comportamento da viscosidade aparente da polpa de figo-da-índia (*Opuntia ficus indica*) nas temperaturas entre 10 e 60°C, constatou que a viscosidade aparente diminuía com o aumento da temperatura e com a velocidade de rotação. Igualmente, FERREIRA et al. (2002) verificaram que a viscosidade aparente da polpa de goiaba diminuiu com o aumento da temperatura. De acordo com VIDAL et al. (2006) a temperatura é um dos fatores que mais afetam a viscosidade das polpas de frutas visto que sua maioria se apresenta na forma de sólidos dispersos em meios líquidos; dessa forma, o aumento da temperatura faz com que a viscosidade na fase líquida diminua, aumentando a mobilidade das partículas em suspensão, diminuindo conseqüentemente, a viscosidade da polpa.

A diminuição da viscosidade aparente com o aumento da velocidade de rotação caracteriza a polpa de umbu-cajá como fluido pseudoplástico. FERREIRA et al. (2002) ao avaliarem o comportamento reológico da polpa de goiaba (*Psidium guajava* L.), nas temperaturas de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 °C, constataram que a polpa apresenta características de um fluido pseudoplástico. CABRAL et al. (2002) também verificaram, para a polpa de cupuaçu peneirada nas temperaturas de 10, 15, 20, 25 e 30°C, comportamento pseudoplástico.

Tabela 4.4 - Viscosidades aparentes (Pa s) da polpa de umbu-cajá integral em diferentes temperaturas e velocidades de rotação

| Velocidade de rotação (rpm) | Temperatura (°C) | | | | |
|-----------------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| 0,5 | 68,00 aA | 64,33 aB | 54,67 aC | 53,67 aC | 44,33 aD |
| 1 | 45,00 bA | 43,00 bB | 37,00 bC | 33,50 bD | 30,50 bE |
| 2,5 | 21,40 cA | 20,27 cA | 18,47 cB | 18,27 cB | 17,47 cB |
| 5 | 11,90 dA | 11,13 dAB | 10,27 dBC | 10,23 dBC | 9,70 dC |
| 10 | 6,62 eA | 6,18 eA | 5,63 eA | 5,58 eA | 5,53 eA |
| 20 | 3,78 fA | 3,58 fA | 3,24 fA | 3,12 fA | 3,08 fA |
| 50 | 1,93 gA | 1,79 gA | 1,61 gA | 1,62 gA | 1,51 gA |
| 100 | 1,16 gA | 1,07 gA | 1,07 gA | 0,97 gA | 0,90 gA |

DMS colunas = 1,38; DMS para linhas = 1,24; MG = 17,08 Pa.s; CV = 4,57%

MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação e DMS: Desvio mínimo significativo.

Obs.: Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade

Nas Tabelas B.2 a B.9 (Apêndice B) tem-se as análises de variância das regressões das viscosidades aparentes da polpa de umbu-cajá integral, em função da temperatura para as diferentes velocidades de rotação. Verifica-se, para a velocidade de 0,5 rpm (Tabela B.2) que apenas a equação linear e a equação de 4º grau apresentaram significância a 1% de probabilidade pelo teste F; para a velocidade de 1 rpm (Tabela B.3) as equações linear e cúbica foram significativas a 1% de probabilidade; para as velocidades de 2,5 rpm (Tabela B.4), de 5 rpm (Tabela B.5) e de 10 rpm (Tabela B.6) as equações significativas ($p < 0,01$) foram a linear, a quadrática e a de 4º grau; para a velocidade de 20 rpm (Tabela B.7), 50 rpm (Tabela B.8) e 100 rpm (Tabela B.9); todas as equações polinomiais testadas foram significativas a 1% de probabilidade.

Têm-se, na Tabela 4.5, as equações de regressão ajustadas aos dados experimentais das viscosidades aparentes da polpa de umbu-cajá integral, em função da temperatura, nas diferentes velocidades de rotação, com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2). Constata-se em todas as velocidades de rotação que, quanto maior o grau do polinômio maior também o valor do coeficiente de determinação; entretanto, as equações lineares, as quais apresentaram os menores R^2 , podem ser utilizadas para representar o comportamento da viscosidade aparente da polpa de umbu-cajá integral, em função da temperatura em

razão dos R^2 terem sido acima de 0,85 em todos os casos. SOUZA et al. (2004) ao testarem equações para representar o comportamento da viscosidade aparente da polpa de acerola em função da temperatura, observaram que a equação polinomial de 2º grau pode ser utilizada para estimar esta relação com uma precisão expressa pelo coeficiente de determinação de 0,997 e com um nível de significância de 99%.

Tabela 4.5 - Equações propostas para o cálculo da viscosidade aparente da polpa de umbu-
cajá integral, em função da temperatura

| Velocidade (rpm) | Equação | R^2 |
|---------------------|---|--------|
| 0,5 | $\eta = 74,40 - 0,5800T$ | 0,9563 |
| | $\eta = 19,33 + 9,8194T - 0,6385T^2 + 0,0156T^3 - 0,0001T^4$ | 1,0000 |
| 1 | $\eta = 49,42 - 0,3883T$ | 0,9808 |
| | $\eta = 43,43 + 0,45675T - 0,0324T^2 + 0,0004T^3$ | 0,9930 |
| 2,5 | $\eta = 22,13 - 0,0987T$ | 0,9372 |
| | $\eta = 23,27 - 0,1958T + 0,0016T^2$ | 0,9725 |
| 5 | $\eta = 15,13 + 1,3328T - 0,0911T^2 + 0,0022T^3 - 0,00002T^4$ | 1,0000 |
| | $\eta = 12,24 - 0,053T$ | 0,9304 |
| 10 | $\eta = 12,89 - 0,1087T + 0,0009T^2$ | 0,9704 |
| | $\eta = 9,37 + 0,5817T - 0,0429T^2 + 0,0011T^3 - 0,00001T^4$ | 1,0000 |
| 20 | $\eta = 6,74 - 0,0277T$ | 0,8512 |
| | $\eta = 7,37 - 0,0819T + 0,0009T^2$ | 0,9787 |
| 50 | $\eta = 5,20 + 0,3199T - 0,0230T^2 + 0,0005T^3 - 0,000004T^4$ | 1,0000 |
| | $\eta = 3,93 - 0,0191T$ | 0,9295 |
| 100 | $\eta = 4,20 - 0,0423T + 0,0004T^2$ | 0,9823 |
| | $\eta = 9,33 - 0,0046T - 0,0011T^2 + 0,00002T^3$ | 0,9923 |
| 100 | $\eta = 3,11 + 0,1509T - 0,0105T^2 + 0,0002T^3 - 0,000002T^4$ | 1,0000 |
| | $\eta = 1,99 - 0,0100T$ | 0,9099 |
| 100 | $\eta = 2,12 - 0,0213T + 0,0002T^2$ | 0,9547 |
| | $\eta = 2,23 - 0,0364T + 0,0008T^2 - 0,000006T^3$ | 0,9600 |
| 100 | $\eta = 3,11 + 0,1509T - 0,1525T^2 + 0,0003T^3 - 0,000002T^4$ | 1,0000 |
| | $\eta = 1,21 - 0,0061T$ | 0,9541 |
| 100 | $\eta = 1,19 - 0,0038T - 0,00003T^2$ | 0,9593 |
| | $\eta = 1,27 - 0,0159T + 0,0004T^2 - 0,000005T^3$ | 0,9692 |
| 100 | $\eta = 1,79 - 0,1137T + 0,0064T^2 - 0,000001T^3 + 0,000001T^4$ | 1,0000 |

η = viscosidade aparente (Pa s); T = temperatura ($^{\circ}$ C)

4.4.2 – Viscosidade aparente da formulação com 10% de maltodextrina

A análise de variância dos valores médios da viscosidade aparente da formulação com 10% de maltodextrina nas diferentes velocidades de rotação e temperaturas está apresentada na Tabela B.10 (Apêndice B) na qual se verifica que os fatores avaliados velocidade de rotação, temperatura e interação entre eles (velocidade x temperatura) foram significativos a 1% de probabilidade pelo teste F.

Analisando-se os valores médios da viscosidade aparente (Pa s) da formulação com 10% de maltodextrina nota-se, na Tabela 4.6 que, como ocorrido na polpa de umbu-cajá integral, também existe tendência de diminuição da viscosidade com o aumento da velocidade de rotação, em todas as temperaturas avaliadas. Constatam-se diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey entre os valores médios da viscosidade com o aumento da velocidade de rotação, exceto entre os valores nas velocidades de rotação de 50 e 100 rpm, em todas as temperaturas, e entre as médias nas velocidades de 20 e 50 rpm na temperatura de 50 °C. As reduções das viscosidades com o aumento da velocidade de rotação de 0,5 para 100 rpm, foram de aproximadamente 98%, percentual idêntico ao da polpa de umbu-cajá integral.

Em relação ao aumento de temperatura, nota-se uma tendência de redução da viscosidade aparente com o seu aumento, nas velocidades de rotação de 0,5 a 20 rpm. Nas velocidades de 50 e 100 rpm deu-se uma estabilidade da viscosidade aparente com o aumento da temperatura; entre a temperatura de 10 °C e a temperatura de 50 °C, as reduções das viscosidades aparentes foram de 41,4; 38,4; 35,0; 32,5; 32,6 e 33,3%, nas velocidades de rotação de 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 10 e 20 rpm, respectivamente.

Observa-se, através do comportamento da viscosidade aparente com o aumento da velocidade de rotação, que a formulação com 10% de maltodextrina também apresentou caráter pseudoplástico. SILVA et al. (2005b) ao estudarem a reologia do suco de acerola, observaram que em todas as faixas de temperatura e concentração o suco se comportou como fluido não-newtoniano, com características pseudoplásticas.

Tabela 4.6 - Viscosidades aparentes (Pa s) da formulação com 10% de maltodextrina em diferentes temperaturas

| Velocidade de rotação (rpm) | Temperatura (°C) | | | | |
|-----------------------------------|------------------|----------|----------|----------|----------|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| 0,5 | 5,60 aA | 5,13 aB | 4,80 aC | 4,13 aD | 3,28 aE |
| 1 | 3,10 bA | 3,10 bA | 2,60 bB | 2,43 bC | 1,91 bD |
| 2,5 | 1,43 cA | 1,21 cB | 1,13 cBC | 1,11 cC | 0,93 cD |
| 5 | 0,80 dA | 0,67 dB | 0,64 dB | 0,63 dB | 0,54 dC |
| 10 | 0,46 eA | 0,38 eAB | 0,36 eB | 0,35 eB | 0,31 eB |
| 20 | 0,27 fA | 0,22 fAB | 0,21 fAB | 0,21 fAB | 0,18 fB |
| 50 | 0,15 gA | 0,12 gA | 0,11 gA | 0,11 gA | 0,12 fgA |
| 100 | 0,11 gA | 0,09 gA | 0,08 gA | 0,08 gA | 0,07 gA |

DMS colunas = 0,09; DMS para linhas = 0,08; MG = 1,23 Pa s; CV = 4,34%

MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação e DMS: Desvio mínimo significativo.

Obs.: Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade

Nas Tabelas B.11 a B.18 (Apêndice B) tem-se as análises de variância das regressões das viscosidades aparentes da formulação com 10% de maltodextrina, em função da temperatura para as diferentes velocidades de rotação. Verifica-se, para as velocidades de 0,5 rpm (Tabela B.11) e 50 rpm (Tabela B.17) que apenas as equações lineares e quadráticas apresentaram significância a 1% de probabilidade pelo teste F; para as velocidades de 1 rpm (Tabela B.12), 5 rpm (Tabela B.14), 10 rpm (Tabela B.15) e 20 rpm (Tabela B.16) as equações lineares, quadráticas e cúbicas foram significativas a 1% de probabilidade; para a velocidade de 2,5 rpm (Tabela B.13), as equações significativas a 1% de probabilidade foram a linear e a cúbica e para a velocidade de 100 rpm todas as equações polinomiais testadas foram significativas a 1% de probabilidade.

Têm-se, na Tabela 4.7, as equações de regressão ajustadas aos dados experimentais das viscosidades aparentes da formulação com 10% de maltodextrina, em função da temperatura, para as diferentes velocidades de rotação, com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2). Como ocorrido com a polpa de umbu-cajá, constata-se que os valores de R^2 aumentaram com o aumento do grau do polinômio, o que já era esperado em função do aumento do número de parâmetros, mas, também, é válido o uso das equações lineares que apresentaram os menores R^2 , para estimar as viscosidades aparentes da

formulação com 10% de maltodextrina, em função da temperatura nas diferentes velocidades de rotação, em razão dos seus R^2 terem indicados valores acima de 0,85, exceto para a velocidade de rotação de 50 rpm ($R^2 = 0,4509$). HAMINIUK et al. (2006) utilizaram a equação do tipo exponencial de Arrhenius para representar os dados da viscosidade aparente da polpa de araçá, em função da temperatura (10 a 60 °C) obtendo um $R^2 = 0,92$.

Tabela 4.7 - Equações propostas para o cálculo da viscosidade aparente da formulação com 10% de maltodextrina em função da temperatura

| Velocidade (rpm) | Equação | R^2 |
|------------------|---|--------|
| 0,5 | $\eta = 6,28 - 0,0563T$ | 0,9689 |
| | $\eta = 5,73 - 0,0072T - 0,0005T^2$ | 0,9953 |
| 1 | $\eta = 3,39 - 0,0275T$ | 0,9559 |
| | $\eta = 3,18 - 0,0096T - 0,0003T^2$ | 0,9715 |
| | $\eta = 3,83 - 0,0998T + 0,0031T^2 - 0,00004T^3$ | 0,9981 |
| 2,5 | $\eta = 1,49 - 0,0111T$ | 0,9282 |
| | $\eta = 1,95 - 0,0726T + 0,0022T^2 - 0,00002T^3$ | 0,9983 |
| 5 | $\eta = 0,825 - 0,0056T$ | 0,8896 |
| | $\eta = 0,872 - 0,0096T + 0,0001T^2$ | 0,9072 |
| | $\eta = 1,12 - 0,0450T + 0,0014T^2 - 0,00001T^3$ | 0,9991 |
| 10 | $\eta = 0,467 - 0,0032T$ | 0,8784 |
| | $\eta = 0,511 - 0,0069T + 0,0001T^2$ | 0,9244 |
| | $\eta = 0,64 - 0,0252T + 0,0008T^2 - 0,000008T^3$ | 0,9991 |
| 20 | $\eta = 0,278 - 0,0020T$ | 0,8578 |
| | $\eta = 0,309 - 0,0047T + 0,00004T^2$ | 0,9151 |
| | $\eta = 0,40 - 0,0171T + 0,0005T^2 - 0,000005T^3$ | 0,9997 |
| 50 | $\eta = 0,141 - 0,0007T$ | 0,4509 |
| | $\eta = 0,185 - 0,0045T + 0,00006T^2$ | 0,9891 |
| 100 | $\eta = 0,114 - 0,0009T$ | 0,8982 |
| | $\eta = 0,128 - 0,0002T + 0,00002T^2$ | 0,9594 |
| | $\eta = 0,15 - 5,4087 \cdot 10^{-3}T + 1,4524 \cdot 10^{-4}T^2 - 1,3888 \cdot 10^{-6}T^3$ | 0,9891 |
| | $\eta = 0,10 + 3,6388 \cdot 10^{-3}T - 4,0555 \cdot 10^{-4}T^2 + 1,1944 \cdot 10^{-5}T^3 - 1,1111 \cdot 10^{-7}T^4$ | 1,0000 |

η = viscosidade aparente (Pa s); T = temperatura (°C)

4.4.3 – Viscosidade aparente da formulação com 15% de maltodextrina

Na Tabela B.19 (Apêndice B) tem-se a análise de variância das viscosidades aparentes da formulação com 15% de maltodextrina. Verifica-se que as fontes de variação, velocidade de rotação e temperatura e a interação entre eles (velocidade x temperatura) foram estatisticamente significativas a 1% de probabilidade pelo teste F.

Apresentam-se, na Tabela 4.8, as viscosidades aparentes da formulação com 15% de maltodextrina nas diferentes temperaturas e velocidades de rotação. Observa-se tendência de redução da viscosidade aparente sempre que se aumenta a velocidade de rotação, em todas as temperaturas avaliadas. MOURA et al. (2001) notaram tendência de diminuição da viscosidade aparente com o aumento da velocidade de rotação entre os valores de 1,8 rpm e 291,6 rpm e com o aumento da temperatura (30 a 70 °C) para uma solução similar à do creme de leite, mas essas reduções são mais acentuadas entre os valores das viscosidades nas velocidades de rotação mais baixas, de 0,5 a 5 rpm, em todas as temperaturas. Constata-se, em todas as temperaturas que, não existem diferenças significativas entre os valores médios das viscosidades entre as velocidades de rotação de 10, 20, 50 e 100 rpm; também em todas as temperaturas os valores médios das viscosidades aparentes são estatisticamente iguais entre as velocidades de rotação, de 5 e 10 rpm. As reduções das viscosidades nas velocidades de rotação de 100 rpm em relação às viscosidades nas velocidades de rotação de 0,5 rpm, variaram entre 95,9 a 98,2% sendo, em alguns casos inferiores às reduções ocorridas na polpa integral de umbu-cajá e na amostra com 10% de maltodextrina.

Em relação ao aumento de temperatura, nota-se uma tendência de redução das viscosidades aparentes da formulação com 15% de maltodextrina com o aumento da temperatura nas velocidades de rotação de 0,5 a 5 rpm. Nas velocidades de rotação de 10, 20, 50 e 100 rpm, não existem diferenças significativas entre os valores médios das viscosidades da formulação com 15% de maltodextrina com o aumento da temperatura; comportamento idêntico ocorreu com a polpa integral de umbu-cajá. Entre a temperatura de 10 °C e a temperatura de 50 °C, as reduções das viscosidades aparentes da formulação com 15% de maltodextrina foram de 80,1; 65,7; 60,3 e 62,7%, nas velocidades de rotação de 0,5; 1,0; 2,5; 5,0 rpm, respectivamente, sendo esses percentuais superiores ao ocorrido na polpa integral e na formulação com 10% de maltodextrina, significando que o efeito do aumento da temperatura nas viscosidades da formulação com 15% de maltodextrina, para

as velocidades de rotação de 0,5; 1,0; 2,5; 5,0 rpm, sofreu influência maior que nas outras amostras.

Constata-se, ainda, que as viscosidades aparentes da formulação com 15% de maltodextrina são superiores às da formulação com 10% de maltodextrina, nas suas temperaturas correspondentes e velocidades de rotação avaliadas, exceto apenas na velocidade de rotação de 0,5 rpm e temperatura de 50 °C, cujo comportamento era esperado em razão da concentração de maltodextrina aumentar o teor de sólidos, contribuindo para o aumento da viscosidade. LEITE et al. (2004) ao estudarem o comportamento reológico das diferentes fases de extrato líquido de inulina, em três temperaturas (25, 40 e 50 °C), observaram que a adição de material de parede (maltodextrina e amido hidrolisado) à fase precipitada também aumentou a viscosidade aparente, com as amostras formuladas apresentando uma viscosidade aparente da ordem de 2 a 3 vezes superior à das amostras puras.

Pode-se observar, através do comportamento da viscosidade aparente com o aumento da velocidade de rotação, que a formulação com 15% de maltodextrina também apresentou caráter pseudoplástico, assim como a polpa de umbu-cajá integral e a formulação com 10% de maltodextrina. CABRAL et al. (2007) ao determinarem o comportamento reológico de polpas de goiaba com adição de 18% de maltodextrina (25-36,1 °Brix), em temperaturas variando de 38,5 a 72,4 °C, também verificaram que as amostras testadas eram fluidos pseudoplásticos.

As viscosidades aparentes da polpa de umbu-cajá integral foram maiores que as das formulações com 10 e 15% de maltodextrina, nas suas correspondentes temperaturas e velocidades de rotação avaliadas, inclusive quando se observam as médias gerais, fato este esperado em razão das formulações conterem apenas 20% de polpa de umbu-cajá, atuando o leite de cabra como solvente, isto é, reduzindo a viscosidade das soluções. QUEIROZ et al. (2000) observaram ao estudarem a influência dos sólidos insolúveis nas características reológicas de sucos de abacaxi *in natura*, que a eliminação deste componente da amostra, através da centrifugação, resultou em redução da viscosidade aparente.

Tabela 4.8 - Viscosidades aparentes (Pa s) da formulação com 15% de maltodextrina em diferentes temperaturas em velocidades de rotação

| Velocidade de rotação (rpm) | Temperatura (°C) | | | | |
|-----------------------------------|------------------|----------|-----------|----------|----------|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| 0,5 | 14,73 aA | 9,40 aB | 8,47 aB | 5,40 aC | 2,93 aD |
| 1 | 8,17 bA | 5,70 bB | 5,17 bB | 3,70 bC | 2,80 abC |
| 2,5 | 4,21 cA | 2,89 cB | 2,64 cBC | 2,05 cBC | 1,67 bcC |
| 5 | 2,49 dA | 1,65 dAB | 1,47 cdAB | 1,19 cdB | 0,96 cdB |
| 10 | 1,47 deA | 0,97 deA | 0,84 deA | 0,70 dA | 0,57 cdA |
| 20 | 0,87 eA | 0,58 deA | 0,48 deA | 0,41 dA | 0,34 dA |
| 50 | 0,45 eA | 0,30eA | 0,24 deA | 0,21 dA | 0,18 dA |
| 100 | 0,28 eA | 0,19 eA | 0,15 eA | 0,14 dA | 0,12 dA |

DMS colunas = 1,22; DMS para linhas = 1,10; MG = 2,43 Pa s; CV = 28,52%

MG: Média geral; CV: Coeficiente de variação e DMS: Desvio mínimo significativo.

Obs.: Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Vê-se, nas Tabelas B.20 a B.27 (Apêndice B) as análises de variância das regressões das viscosidades aparentes da formulação com 15% de maltodextrina, em função da temperatura para as diferentes velocidades de rotação. Verifica-se para as velocidades de 1 rpm (Tabela B.21), 2,5 rpm (Tabela B.22), 5,0 rpm (Tabela B.23), 10 rpm (Tabela B.24) e 100 rpm (Tabela B.27) que todas as equações polinomiais testadas apresentaram significância a 1% de probabilidade pelo teste F; para a velocidade de 0,5 rpm (Tabela B.20) as equações linear, cúbica e de 4^o grau foram significativas a 1% de probabilidade; para as velocidades de 20 rpm (Tabela B.25) e 50 rpm (Tabela B.26) as equações lineares, quadráticas e cúbicas, foram significativas a 1% de probabilidade.

Tem-se, na Tabela 4.9, as equações de regressão ajustadas aos dados experimentais das viscosidades aparentes da formulação com 15% de maltodextrina, em função da temperatura, com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), nas diferentes velocidades de rotação; verifica-se que, quanto maior o grau do polinômio maior o R^2 , porém, mesmo que em todos os casos as equações lineares tiverem apresentado os menores R^2 , pode-se utilizá-las na estimativa da viscosidade em razão dos R^2 terem dado valores acima de 0,84. TORRES et al. (2004) encontraram valores de R^2 acima de 0,85 ao

representarem os dados da viscosidade aparente da polpa de umbu-cajá (24 °Brix) em função da temperatura, para velocidades de rotação entre 0,5 e 100 rpm.

Tabela 4.9 - Equações propostas para o cálculo da viscosidade aparente da formulação com 15% de maltodextrina, em função da temperatura

| Velocidade (rpm) | Equação | R ² |
|------------------|---|----------------|
| 0,5 | $\eta = 15,13 - 0,2427T$ | 0,9786 |
| | $\eta = 18,25 - 0,6736T + 0,01619T^2 - 0,0002T^3$ | 0,9863 |
| | $\eta = 31,93 - 3,2522T + 0,1732T^2 - 0,0039T^3 + 0,00003T^4$ | 1,0000 |
| 1 | $\eta = 8,93 - 0,1273T$ | 0,9527 |
| | $\eta = 10,03 - 0,2216T + 0,0016T^2$ | 0,9730 |
| | $\eta = 11,94 - 0,4904T + 0,0118T^2 - 0,0001T^3$ | 0,9840 |
| | $\eta = 9,45 - 0,8550T + 0,0413T^2 - 0,0009T^3 + 0,000007T^4$ | 1,0000 |
| 2,5 | $\eta = 4,45 - 0,0592T$ | 0,9172 |
| | $\eta = 5,29 - 0,1308T + 0,0012T^2$ | 0,9693 |
| | $\eta = 6,54 - 0,3065T + 0,0079T^2 - 0,00007T^3$ | 0,9902 |
| | $\eta = 19,80 - 1,9719T + 0,1020T^2 - 0,0023T^3 + 0,00002T^4$ | 1,0000 |
| 5 | $\eta = 2,60 - 0,0351T$ | 0,8985 |
| | $\eta = 3,17 - 0,0834T + 0,0008T^2$ | 0,9645 |
| | $\eta = 4,01 - 0,2027T + 0,0054T^2 - 0,00005T^3$ | 0,9913 |
| | $\eta = 5,66 - 0,5126T + 0,0242T^2 - 0,0005T^3 + 0,000004T^4$ | 1,0000 |
| 10 | $\eta = 1,53 - 0,0207T$ | 0,8872 |
| | $\eta = 1,90 - 0,0527T + 0,0005T^2$ | 0,9699 |
| | $\eta = 2,39 - 0,1215T + 0,0032T^2 - 0,00003T^3$ | 0,9953 |
| | $\eta = 3,11 - 0,2561T + 0,0114T^2 - 0,0002T^3 + 0,000002T^4$ | 1,0000 |
| 20 | $\eta = 0,905 - 0,0123T$ | 0,8818 |
| | $\eta = 1,15 - 0,0329T + 0,0003T^2$ | 0,9772 |
| | $\eta = 1,41 - 0,0706T + 0,0018T^2 - 0,00002T^3$ | 0,9985 |
| 50 | $\eta = 0,466 - 0,0063T$ | 0,8725 |
| | $\eta = 0,597 - 0,0176T + 0,0002T^2$ | 0,9814 |
| | $\eta = 0,7233 - 0,0353T + 0,0009T^2 - 0,000007T^3$ | 0,9992 |
| 100 | $\eta = 0,285 - 0,0036T$ | 0,8491 |
| | $\eta = 0,367 - 0,0106T - 0,0001T^2$ | 0,9717 |
| | $\eta = 0,4580 - 0,0234T + 0,0006T^2 - 0,000005T^3$ | 0,9989 |
| | $\eta = 0,39 - 0,0115T - 0,0001T^2 + 0,00001T^3 - 0,0000001T^4$ | 1,0000 |

η = viscosidade aparente (Pa s); T = temperatura (°C)

4.5 – Isotermas de adsorção de umidade das formulações em pó

Nas Tabelas 4.10 a 4.13 se encontram os resultados dos valores experimentais da umidade de equilíbrio, das formulações em pó com 10 e 15% de maltodextrina, coletadas na câmara e no ciclone do secador, com suas respectivas atividades de água, nas temperaturas de 20, 25, 30, 35 e 40 °C, e se observa que a umidade de equilíbrio (U_{eq}) das formulações em pó com 10 e 15% de maltodextrina coletadas na câmara e no ciclone do secador, aumentou com o aumento da atividade de água (a_w), em todas as temperaturas avaliadas, indicando que as amostras são higroscópicas; tal comportamento também foi observado por PEREIRA (2005) ao determinar as isotermas de adsorção do tomate em pó. Constata-se, ainda, que as umidades de equilíbrio variaram entre 6,17 e 54,87% B.S. para atividades de água entre 0,372 e 0,929. ABRAMOVIC & KLOFUTAR (2002) ao determinarem a isoterma de adsorção de umidade de maltodextrina (DE 17-20, Marca Cerestar) a 25°C, encontraram valores de U_{eq} variando entre 5,27 e 39,62 para a_w entre 0,3300 e 0,9248, significando que, em geral, as formulações em pó avaliadas são mais higroscópicas que a maltodextrina.

Constata-se na Tabela 4.10 que os valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_{eq}) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletado na câmara do secador, para atividades de água (a_w) de aproximadamente 0,9, variaram entre 43,31% (B.S.) e 46,36% (B.S.). PENG et al. (2007) encontraram, para o amido de milho, um teor de umidade de equilíbrio inferior de 25,91% na atividade de água de 0,9812 a 45 °C; ainda com relação a esta a_w , nota-se que, com o aumento da temperatura entre 20 e 30 °C, a U_{eq} diminuiu mas entre 30 °C e 40 °C a U_{eq} aumentou. ASCHERI (1999) também verificou comportamento similar para valores de a_w acima de 0,72 nas isotermas do óleo essencial de laranja microencapsulado observando que, quanto maior a temperatura maior a umidade de equilíbrio. ROMAN et al. (1982) justificaram este comportamento como sendo uma exceção da termodinâmica de sorção ocorrida em alguns açúcares e outros constituintes alimentícios de baixo peso molecular. De acordo com NOGUEIRA et al. (2005) o decréscimo da umidade de equilíbrio com o aumento da temperatura pode ser explicado pela termodinâmica que mostra que, em alguns casos, um aumento na temperatura, não favorece a sorção de água.

Tabela 4.10 - Valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_{eq}) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara do secador

| Temperatura | | | | | | | | | |
|-------------|---------------------|-------|---------------------|-------|---------------------|-------|---------------------|-------|---------------------|
| 20 °C | | 25 °C | | 30 °C | | 35 °C | | 40 °C | |
| a_w | U_{eq} (%B.S.) | a_w | U_{eq} (%B.S.) | a_w | U_{eq} (%B.S.) | a_w | U_{eq} (%B.S.) | a_w | U_{eq} (%B.S.) |
| 0,418 | 8,53 | 0,392 | 7,21 | 0,412 | 8,19 | 0,408 | 8,23 | 0,372 | 6,17 |
| 0,524 | 11,43 | 0,513 | 9,85 | 0,523 | 10,94 | 0,514 | 10,91 | 0,496 | 9,05 |
| 0,587 | 13,54 | 0,565 | 11,35 | 0,581 | 12,86 | 0,576 | 13,01 | 0,547 | 10,93 |
| 0,640 | 15,45 | 0,600 | 12,92 | 0,642 | 14,90 | 0,622 | 14,39 | 0,603 | 12,55 |
| 0,716 | 18,90 | 0,644 | 14,47 | 0,679 | 15,92 | 0,681 | 16,74 | 0,644 | 13,79 |
| 0,768 | 21,77 | 0,675 | 15,83 | 0,723 | 17,64 | 0,719 | 18,64 | 0,688 | 15,38 |
| 0,796 | 23,93 | 0,756 | 19,84 | 0,749 | 19,08 | 0,769 | 21,44 | 0,704 | 16,25 |
| 0,818 | 26,06 | 0,784 | 21,96 | 0,773 | 20,32 | 0,791 | 23,14 | 0,745 | 18,20 |
| 0,922 | 45,91 | 0,917 | 45,45 | 0,909 | 43,31 | 0,910 | 45,96 | 0,916 | 46,36 |

Para os valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_{eq}) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada no ciclone do secador, na Tabela 4.11, para as atividades de água (a_w) de aproximadamente 0,9 observam-se valores de U_{eq} variando entre 38,95% e 54,87% (B.S.). COSTA et al. (2003) ao analisarem as isotermas de adsorção de umidade, na temperatura de 25 °C para os pós de beterraba, abóbora e cenoura, obtidos pelo processo de secagem em leito de jorro, observaram que para a atividade de água (a_w) igual a 0,90 as umidades de equilíbrio foram de 45,4, 52,8 e 58,2%, respectivamente, valores esses superiores aos da formulação em pó com 10% de maltodextrina ($U_{eq} = 42,84\%$ B.S.) nesta mesma condição, indicando que a presente formulação é menos higroscópica que esses materiais.

Segundo CAVALCANTE et al. (2005) o teor de água de equilíbrio aumenta com o aumento da atividade de água e decresce com o aumento da temperatura, ocorrendo este comportamento para a maioria dos produtos higroscópicos.

Tabela 4.11 - Valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_{eq}) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada no ciclone do secador

| Temperatura | | | | | | | | | |
|-------------|---------------------|-------|---------------------|-------|---------------------|-------|---------------------|-------|---------------------|
| 20 °C | | 25 °C | | 30 °C | | 35 °C | | 40 °C | |
| a_w | U_{eq} (%B.S.) | a_w | U_{eq} (%B.S.) | a_w | U_{eq} (%B.S.) | a_w | U_{eq} (%B.S.) | a_w | U_{eq} (%B.S.) |
| 0,432 | 15,73 | 0,462 | 9,99 | 0,428 | 9,46 | 0,430 | 9,06 | - | - |
| 0,537 | 19,29 | 0,563 | 13,22 | 0,506 | 12,04 | 0,530 | 12,35 | - | - |
| 0,624 | 21,88 | 0,636 | 15,39 | 0,552 | 13,68 | 0,598 | 14,39 | - | - |
| 0,677 | 23,92 | 0,677 | 16,99 | 0,593 | 14,81 | 0,658 | 16,20 | - | - |
| 0,744 | 27,00 | 0,710 | 18,45 | 0,667 | 17,26 | 0,712 | 18,34 | - | - |
| 0,786 | 29,42 | 0,738 | 19,79 | 0,708 | 19,17 | 0,745 | 19,90 | - | - |
| 0,811 | 31,37 | 0,763 | 21,05 | 0,745 | 20,90 | 0,765 | 21,02 | - | - |
| 0,825 | 32,70 | 0,792 | 22,89 | 0,777 | 22,43 | 0,783 | 22,12 | - | - |
| 0,929 | 54,87 | 0,910 | 42,84 | 0,904 | 38,95 | 0,914 | 42,15 | - | - |

Apresentam-se na Tabela 4.12, os valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_{eq}) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada na câmara do secador; nota-se para atividades de água (a_w) de aproximadamente 0,9, que a umidade de equilíbrio (U_{eq}) apresentou valores entre 39,18 e 44,13% (B.S.). Valores próximos foram determinados por GABAS et al. (2007) ao analisarem as isotermas de adsorção de umidade da polpa de abacaxi em pó com 18% de maltodextrina nas a_w de aproximadamente 0,9 com U_{eq} de 44,4, 41,0 e 38,2% nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C, respectivamente.

LAHSASNI et al. (2002) também observaram que a umidade de equilíbrio aumenta com o aumento da atividade de água para as isotermas de adsorção de umidade da casca do figo da índia (*Opuntia ficus indica*) nas temperaturas de 30, 40 e 50 °C.

Tabela 4.12 - Valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_{eq}) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara do secador

| Temperatura | | | | | | | | | |
|-------------|---------------------|-------|---------------------|-------|---------------------|-------|---------------------|-------|---------------------|
| 20 °C | | 25 °C | | 30 °C | | 35 °C | | 40 °C | |
| a_w | U_{eq} (%B.S.) | a_w | U_{eq} (%B.S.) | a_w | U_{eq} (%B.S.) | a_w | U_{eq} (%B.S.) | a_w | U_{eq} (%B.S.) |
| 0,391 | 7,10 | 0,397 | 8,44 | 0,408 | 6,79 | 0,387 | 7,36 | 0,412 | 8,30 |
| 0,551 | 10,21 | 0,541 | 11,48 | 0,524 | 8,96 | 0,518 | 10,22 | 0,511 | 10,94 |
| 0,627 | 12,84 | 0,609 | 13,79 | 0,558 | 10,54 | 0,582 | 12,03 | 0,577 | 12,89 |
| 0,671 | 14,49 | 0,655 | 15,57 | 0,599 | 11,97 | 0,625 | 13,43 | 0,631 | 14,43 |
| 0,705 | 16,11 | 0,700 | 17,48 | 0,668 | 14,45 | 0,660 | 14,60 | 0,656 | 15,26 |
| 0,749 | 18,19 | 0,745 | 19,76 | 0,709 | 16,35 | 0,706 | 16,59 | 0,716 | 17,64 |
| 0,782 | 20,37 | 0,775 | 21,66 | 0,741 | 17,96 | 0,738 | 18,14 | 0,749 | 19,27 |
| 0,802 | 22,02 | 0,796 | 23,37 | 0,779 | 20,46 | 0,777 | 20,58 | 0,772 | 20,60 |
| 0,916 | 40,76 | 0,914 | 44,13 | 0,903 | 39,18 | 0,912 | 41,00 | 0,918 | 43,66 |

Na Tabela 4.13, tem-se os valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_{eq}) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada no ciclone do secador; observa-se, para atividades de água (a_w) de aproximadamente 0,9, que a U_{eq} apresentou valores variando entre 43,01 e 47,33% (B.S.). Valor próximo da U_{eq} na $a_w = 0,96$ foi encontrado por FERREIRA & PENA (2003) ao determinarem a isoterma de adsorção de umidade da farinha de pupunha a 35 °C, que foi de 43,80% B.S. Da mesma forma como ocorrido para a amostra em estudo TELIS-ROMERO et al. (2005) ao estudarem o comportamento nas temperaturas de 30, 40, 50, 60 e 70 °C das isotermas de adsorção de umidade de pedaços de manga desidratadas a 60 °C, também notaram que o aumento da atividade de água causa o aumento na umidade de equilíbrio.

Tabela 4.13 - Valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_{eq}) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada no ciclone do secador

| Temperatura | | | | | | | | | |
|--------------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|
| 20 °C | | 25 °C | | 30 °C | | 35 °C | | 40 °C | |
| a_w | U_{eq} (%B.S.) | a_w | U_{eq} (%B.S.) | a_w | U_{eq} (%B.S.) | a_w | U_{eq} (%B.S.) | a_w | U_{eq} (%B.S.) |
| 0,436 | 10,48 | 0,441 | 9,64 | 0,434 | 7,93 | 0,437 | 9,41 | 0,421 | 9,05 |
| 0,544 | 13,86 | 0,528 | 12,50 | 0,521 | 11,49 | 0,510 | 11,53 | 0,516 | 11,97 |
| 0,630 | 16,32 | 0,599 | 14,52 | 0,578 | 13,30 | 0,559 | 13,49 | 0,580 | 13,81 |
| 0,684 | 18,24 | 0,651 | 16,20 | 0,625 | 14,68 | 0,621 | 15,19 | 0,624 | 15,05 |
| 0,745 | 21,04 | 0,719 | 18,95 | 0,685 | 16,92 | 0,692 | 17,39 | 0,701 | 17,52 |
| 0,784 | 23,54 | 0,761 | 21,20 | 0,719 | 18,60 | 0,762 | 20,75 | 0,742 | 19,37 |
| 0,806 | 25,37 | 0,788 | 23,07 | 0,747 | 19,97 | 0,774 | 21,91 | 0,769 | 21,06 |
| 0,822 | 26,99 | 0,809 | 24,77 | 0,767 | 21,26 | 0,785 | 22,62 | 0,790 | 25,37 |
| 0,924 | 47,07 | 0,918 | 47,33 | 0,910 | 43,01 | 0,911 | 43,01 | 0,914 | 43,48 |

Tem-se na Tabela 4.14, os valores dos parâmetros dos modelos de GAB, Peleg e Oswin, ajustados às isotermas de adsorção de umidade, nas temperaturas de 20, 25, 30, 35 e 40°C, da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem, os coeficientes de determinação (R^2) e os desvios percentuais médios (P). Nota-se, nas temperaturas de 20, 30, 35 e 40 °C, que o modelo de Peleg foi o que melhor se ajustou às curvas experimentais, apresentando os maiores coeficientes de determinação (R^2) e os menores desvios percentuais médios (P). De acordo com GALDINO (2003), o modelo de Peleg também resultou nos melhores ajustes às isotermas de adsorção de umidade do umbu-cajá em pó, em todas as temperaturas avaliadas (25, 30 e 35°C) apresentando R^2 superiores a 0,9 e desvios percentuais médios inferiores a 10%: já na temperatura de 25 °C o modelo de Oswin foi o que melhor se ajustou às curvas experimentais, com um $R^2 = 0,9998$ e o menor desvio percentual médio, mas se pode utilizar qualquer um dos três modelos avaliados na estimativa das isotermas de adsorção de umidade da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem, em razão de todos os valores de R^2 terem sido superiores a 0,99 e os de P, inferiores a 5%.

Os parâmetros do modelo de GAB têm significado físico: X_m é a umidade na monocamada, K representa o fator de correlação das propriedades das moléculas na multicamada com relação ao volume do líquido e C representa o calor total de sorção da primeira camada e depende da temperatura. Observa-se, ainda na Tabela 4.14, que os valores da umidade na monocamada (X_m) do modelo de GAB para a formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara do secador, variaram entre 5,4299 e 6,4305% B.S. Constata-se, ainda, entre 20 e 30 °C, uma diminuição de X_m com o aumento da temperatura; entre 30 e 35 °C ocorreu um aumento de X_m e entre 35 e 40 °C X_m também diminuiu, porém com valores muito próximos. De acordo com HOSSAIN et al. (2001) este comportamento de diminuição nos materiais alimentícios pode ocorrer em razão de que, com o aumento da temperatura, as moléculas de água ficam ativadas devido ao seu nível de energia, tornando-se menos estáveis; daí conseguem escapar dos sítios de água de ligação diminuindo desta forma a umidade na monocamada; já GABAS et al. (2007) notaram, ao ajustarem o modelo de GAB as isotermas de adsorção de umidade do abacaxi em pó com 18% de maltodextrina, aumento de X_m com o aumento da temperatura, de 30 para 40 °C, mas esses pesquisadores avaliaram que a tendência geral de X_m com o aumento da temperatura entre 20 e 50 °C foi de diminuição.

Para o parâmetro K do modelo de GAB, os valores variaram entre 0,9344 e 0,9617. GUERRA et al. (2005) ao ajustarem o modelo de GAB à isoterma de adsorção de umidade na temperatura de 25 °C do leite bubalino em pó, produzido em secador por nebulização, encontraram um valor inferior da umidade na monocamada ($X_m = 2,9\%$ B.S.) e um valor próximo de K (0,96). Os valores de K e C estão dentro da faixa, $0,24 \leq K \leq 1$ e $5,67 \leq C \leq \infty$, relatada por LEWICKI (1997) para que o modelo de GAB tenha bom ajuste às curvas experimentais, exceto para o valor de $C = 5,4661$ na temperatura 40 °C; ainda de acordo com este mesmo pesquisador quando os valores de C e K estão fora desta faixa as isotermas não são sigmóides ou a umidade na monocamada foi estimada com um erro maior que 15,5%.

Observa-se que o valor do parâmetro C do modelo de GAB, o qual tem significado físico relacionado ao efeito da temperatura diminuiu entre as temperaturas de 20 e 25 °C, de 9,7559 para 5,9697 e entre as temperaturas de 30 e 40 °C de 113,2621 para 5,4661. IGLESIAS & BUENO (1999) também notaram tendência de diminuição dos valores do parâmetro C (8,52, 7,19, 6,43, e 5,17) do modelo de GAB com o aumento da temperatura (25, 40, 60 e 80 °C) ao determinarem as isotermas de adsorção de umidade da amostra de ágar-ágar previamente desidratada a 110 °C durante 24h.

Tabela 4.14 – Parâmetros dos modelos ajustados às isotermas de adsorção de umidade da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem

| Modelo | Parâmetros | Temperatura (°C) | | | | |
|--------|------------|------------------|---------|----------|---------|---------|
| | | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| GAB | X_m | 6,4305 | 6,0639 | 5,4299 | 5,8091 | 5,7534 |
| | C | 9,7559 | 5,9697 | 113,2621 | 19,2030 | 5,4661 |
| | K | 0,9344 | 0,9487 | 0,9617 | 0,9607 | 0,9591 |
| | R^2 | 0,9994 | 0,9996 | 0,9987 | 0,9991 | 0,9994 |
| | P (%) | 2,14 | 2,08 | 3,16 | 2,63 | 2,80 |
| Peleg | k_1 | 56,5616 | 26,3024 | 89,2788 | 78,9080 | 26,1544 |
| | n_1 | 12,6659 | 1,4280 | 15,7686 | 13,7155 | 1,4737 |
| | k_2 | 28,6806 | 62,7913 | 26,5330 | 27,6806 | 80,4033 |
| | n_2 | 1,4078 | 11,9438 | 1,3388 | 1,3757 | 14,1446 |
| | R^2 | 0,9999 | 0,9998 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 |
| | P (%) | 0,52 | 1,56 | 0,65 | 0,72 | 0,85 |
| Oswin | a | 10,8874 | 9,7029 | 9,8210 | 10,1652 | 9,1060 |
| | b | 0,5817 | 0,6434 | 0,6389 | 0,6481 | 0,6789 |
| | R^2 | 0,9998 | 0,9998 | 0,9977 | 0,9988 | 0,9995 |
| | P (%) | 1,26 | 1,47 | 3,72 | 2,55 | 2,29 |

Tem-se, na Tabela 4.15, os valores dos parâmetros dos modelos de GAB, Peleg e Oswin, ajustados às isotermas de adsorção de umidade nas diferentes temperaturas (20, 25, 30, 35 e 40 °C) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada no ciclone do secador, os coeficientes de determinação (R^2) e os desvios percentuais médios (P). Nota-se que em todas as temperaturas o modelo de Peleg foi o que melhor se ajustou às curvas experimentais, apresentando os maiores R^2 e os menores P; em seguida, o modelo de Oswin foi o segundo melhor modelo apresentando, em todas as temperaturas, os menores valores de P e por último o modelo de GAB; entretanto, qualquer um dos três modelos pode ser utilizado na predição das isotermas de adsorção de umidade da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada no ciclone do secador, em razão de que todos os modelos apresentaram $R^2 \geq 0,97$ e $P < 6\%$.

Os resultados referentes às umidades na monocamada (X_m) e do parâmetro K do modelo de GAB para a formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada no ciclone,

são próximos aos encontrados para outros pós alimentícios. FERREIRA & PENA (2003) encontraram, ao ajustarem o modelo de GAB às isotermas de adsorção de umidade da farinha de pupunha, na temperatura de 35 °C, um valor de $X_m = 5,12\%$ (B.S.) e de $K = 0,94$. MEDEIROS et al. (2006) ao estudarem o comportamento das isotermas de adsorção de umidade do cupuaçu em pó (tipo “chocolate”), seco em spray dryer, obtiveram para o modelo de GAB, valores de X_m de 5,11, 4,93 e 5,16% (B.S.) e, para o parâmetro K , valores de 0,92, 0,92 e 0,91, nas temperaturas de 15, 25 e 35 °C, respectivamente.

Verifica-se, para a amostra coletada no ciclone, que o valor de X_m diminuiu entre 20 e 25 °C e entre 30 e 35 °C. QUITERO & SOBRAL (2000) notaram, ao determinarem as isotermas de adsorção de umidade da proteína liofilizada extraída do músculo da Tilapia (*Oreochromis niloticus*) que X_m diminuiu entre 15 e 25 °C e aumentou entre 25 e 35 °C.

Nota-se que os valores do parâmetro C do modelo de GAB não apresentaram tendência definida, entretanto, entre as temperaturas de 20 a 25 °C e 30 a 35 °C os valores de C aumentaram e entre 25 a 30 °C diminuíram. BERISTAIN et al. (2002) estudando as isotermas de adsorção de umidade do óleo da casca de laranja microencapsulada, nas temperaturas de 25, 35 e 45 °C, observaram aumento do parâmetro C do modelo de GAB com o aumento de temperatura; já GURJÃO (2006), estudando as isotermas de adsorção do extrato em pó de tamarindo encontrou, para o parâmetro C do modelo de GAB, nas temperaturas de 20, 30, 40 e 50 °C, tendência de diminuição dos valores do parâmetro C com o aumento da temperatura.

Tabela 4.15 – Parâmetros dos modelos ajustados às isotermas de adsorção de umidade da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada no ciclone do secador

| Modelo | Parâmetros | Temperatura (°C) | | | |
|--------|------------|------------------|---------|---------|---------|
| | | 20 | 25 | 30 | 35 |
| GAB | X_m | 9,5459 | 6,0264 | 7,0754 | 6,1730 |
| | C | 16,5802 | 60,8818 | 12,0132 | 34,2080 |
| | K | 0,8872 | 0,9442 | 0,9084 | 0,9339 |
| | R^2 | 0,9785 | 0,9972 | 0,9984 | 0,9985 |
| | P (%) | 5,85 | 2,50 | 2,66 | 3,06 |
| Peleg | k_1 | 33,7760 | 75,5904 | 29,9674 | 64,7123 |
| | n_1 | 0,9108 | 15,4968 | 1,3442 | 14,8580 |
| | k_2 | 66,0492 | 28,8038 | 63,9521 | 28,2093 |
| | n_2 | 14,0508 | 1,3698 | 15,8827 | 1,3256 |
| | R^2 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9999 |
| | P (%) | 0,31 | 0,43 | 0,62 | 0,58 |
| Oswin | a | 10,8874 | 10,8108 | 11,8514 | 11,0041 |
| | b | 0,5817 | 0,5914 | 0,5307 | 0,5647 |
| | R^2 | 0,9998 | 0,9986 | 0,9990 | 0,9989 |
| | P (%) | 1,26 | 2,09 | 1,99 | 2,33 |

Tem-se, na Tabela 4.16, os valores dos parâmetros dos modelos de GAB, Peleg e Oswin, ajustados às isotermas de adsorção de umidade, nas diferentes temperaturas (20, 25, 30, 35 e 40 °C), da formulação em pó, com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem; os coeficientes de determinação (R^2) e os desvios percentuais médios (P). Observa-se que, na temperatura de 20 °C, o modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais foi o de Oswin, com $R^2 = 0,9999$ e $P = 0,74\%$, enquanto o modelo de GAB resultou em $R^2 = 0,9998$ e $P = 1,23\%$ e o modelo de Peleg apresentou $R^2 = 0,9997$ e $P = 1,34\%$. PENA et al. (1997) observaram que o modelo de Oswin apresentou resultados satisfatórios na predição de isotermas de adsorção de umidade do guaraná em pó, nas temperaturas de 15, 25 e 35 °C, obtendo coeficientes de correlação (R) iguais a 0,9970, 0,9975 e 0,9995, respectivamente.

O modelo de Peleg apresentou o melhor ajuste na temperatura de 25 °C, com o maior coeficiente de determinação de 0,9998 e o menor desvio percentual médio de 1,23%

quando comparado com os modelos de GAB ($R^2 = 0,9996$ e $P = 1,49\%$) e Oswin ($R^2 = 0,9996$ e $P = 1,50\%$). Na temperatura de 30°C , os modelos de Peleg e Oswin apresentaram coeficientes de determinação de $0,9996$ com desvios percentuais médios de $1,65\%$ e $1,89\%$, respectivamente; o modelo de GAB obteve coeficiente de determinação igual a $0,9995$ e desvio percentual médio de $1,99\%$; nota-se que na temperatura de 35°C os modelos de Peleg e Oswin mostraram coeficientes de determinação de $0,9999$ com desvios percentuais médios de $0,65\%$ e $0,87\%$, respectivamente; o modelo de GAB obteve coeficiente de determinação igual a $0,9997$ e desvio percentual médio de $1,34\%$; na temperatura de 40°C o modelo de Peleg também obteve o melhor ajuste apresentando coeficiente de determinação de $0,9999$ e desvio percentual médio de $0,18\%$.

Qualquer um dos três modelos ajustados pode ser utilizado na estimativa das isotermas de adsorção de umidade da formulação em pó, com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem, em razão de terem resultado em coeficientes de determinação acima de $0,99$ e desvios percentuais médios abaixo de 5% .

Para a formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem, constata-se que os resultados referentes às umidades na monocamada (X_m) são próximos e os de K são inferiores aos valores encontrados por OLIVEIRA (2006), estudando o comportamento nas temperaturas de 10 , 20 , 30 e 40°C das isotermas de adsorção da pitanga em pó, com 15% de maltodextrina, também coletado na câmara de secagem do secador por aspersão, que obteve valores de X_m para o modelo de GAB variando entre $5,0609$ e $6,4805\%$ B.S. e, para o parâmetro K , valores variando entre $0,9765$ a $1,0178$. CAVALCANTE et al. (2005) encontraram, ao ajustarem o modelo de GAB às isotermas de equilíbrio higroscópico do umbu em pó com 20% de maltodextrina na sua formulação, um valor superior da umidade na monocamada igual a $7,51\%$ B.S para as temperaturas de 20 a 50°C .

Constata-se, ainda, de 20 a 30°C um aumento de X_m com o aumento da temperatura e entre 30 e 40°C houve redução de X_m . GARCÍA-PÉREZ et al. (2007) ao estudarem o comportamento das isotermas de adsorção de umidade da casca do limão em pó também verificaram que a umidade na monocamada (X_m) do modelo de GAB diminuiu com o aumento da temperatura, de 30 para 40°C , mas esses pesquisadores consideraram constantes, na avaliação geral, os valores de X_m entre as temperaturas de 20°C , 30°C e 40°C , em razão das pequenas diferenças.

Tem-se que o valor do parâmetro C do modelo de GAB entre as temperaturas de 20 e 25°C aumentou de $6,7714$ para $16,954$; entre 25 e 30°C , diminuiu de $16,954$ para $3,732$;

enquanto entre 30, 35 e 40 °C, os valores voltaram a aumentar (3,7329, 8,7166 e 23,7571). KAYMAK-ERTEKIN & SULTANOGLU (2001) constataram para a pimenta vermelha que, com o aumento da temperatura de 30 para 45 °C, o valor do parâmetro C do modelo de GAB diminuiu de 3,587 para 2,567.

Tabela 4.16 – Parâmetros dos modelos ajustados às isotermas de adsorção de umidade da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem

| Modelo | Parâmetros | Temperatura (°C) | | | | |
|--------|------------|------------------|---------|---------|---------|---------|
| | | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| GAB | X_m | 5,7023 | 5,9619 | 6,0821 | 5,8241 | 5,8135 |
| | C | 6,7714 | 16,954 | 3,7329 | 8,7166 | 23,7571 |
| | K | 0,9419 | 0,9470 | 0,9426 | 0,9438 | 0,9449 |
| | R^2 | 0,9998 | 0,9996 | 0,9995 | 0,9997 | 0,9992 |
| | P (%) | 1,23 | 1,49 | 1,99 | 1,34 | 2,55 |
| Peleg | k_1 | 22,5278 | 24,5515 | 25,9394 | 23,0722 | 63,2221 |
| | n_1 | 1,2659 | 1,1863 | 1,5525 | 1,2201 | 13,1200 |
| | k_2 | 51,1925 | 59,0469 | 55,9523 | 54,2289 | 25,7373 |
| | n_2 | 10,4349 | 11,0067 | 11,7088 | 10,5782 | 1,2744 |
| | R^2 | 0,9997 | 0,9998 | 0,9996 | 0,9999 | 0,9999 |
| | P (%) | 1,34 | 1,23 | 1,65 | 0,65 | 0,18 |
| Oswin | a | 9,2723 | 10,3706 | 8,9623 | 9,6720 | 10,2724 |
| | b | 0,6187 | 0,6094 | 0,6606 | 0,6177 | 0,5967 |
| | R^2 | 0,9999 | 0,9996 | 0,9996 | 0,9999 | 0,9992 |
| | P (%) | 0,74 | 1,50 | 1,89 | 0,87 | 1,98 |

Tem-se, na Tabela 4.17, os valores dos parâmetros dos modelos de GAB, Peleg e Oswin, ajustados às isotermas de adsorção de umidade, nas diferentes temperaturas (20, 25, 30, 35 e 40 °C), da formulação em pó, com 15% de maltodextrina coletada no ciclone do secador e os coeficientes de determinação (R^2) e os desvios percentuais médios (P).

Observa-se, na temperatura de 20 °C, que o modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais foi o de Peleg, com coeficiente de determinação igual a 0,9999 e desvio percentual médio (P) de 0,33%; enquanto o modelo de Oswin resultou em um coeficiente de determinação igual a 0,9990 com desvio percentual médio de 2,12% e o

modelo de GAB apresentou coeficiente de determinação igual a 0,9968 com desvio percentual médio igual a 2,60%. Na temperatura de 25 °C o modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais foi o modelo de Peleg, mostrando coeficiente de determinação igual a 0,9999 e desvio percentual igual a 0,42%, quando comparado com os modelos de GAB ($R^2 = 0,9983$ e $P = 3,33\%$) e Oswin ($R^2 = 0,9976$ e $P = 3,64\%$). Na temperatura de 30 °C o modelo de Peleg indicou também, o melhor ajuste, com coeficiente de determinação de 0,9997 e desvio percentual médio de 1,47%, seguido do modelo de Oswin, ou seja, um coeficiente de determinação igual a 0,9988 e desvio percentual médio de 3,10% e, por último, o modelo de GAB que resultou em coeficiente de determinação igual a 0,9984 e desvio percentual médio de 3,63%. Na temperatura de 35 °C o modelo de Peleg também obteve o melhor ajuste, com coeficiente de determinação de 0,9998 e desvio percentual médio de 1,03%, quando comparado com o modelo de Oswin ($R^2 = 0,9981$ e $P = 2,92\%$) e GAB ($R^2 = 0,9967$ e $P = 3,06\%$). GURJÃO (2006) verificou que o modelo de Peleg foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais em todas as temperaturas avaliadas, podendo ser utilizado para representar as isotermas de adsorção de umidade do extrato em pó da tamarindo; já na temperatura de 40 °C o modelo de GAB mostrou o melhor ajuste, considerando-se que o seu desvio percentual médio foi o menor e igual a 2,10% com coeficiente de determinação igual a 0,9969.

Os três modelos podem ser utilizados na predição das isotermas de adsorção de umidade da formulação em pó, com 15% de maltodextrina coletada no ciclone do secador, em razão de terem apresentado coeficientes de determinação acima de 0,99 e desvios percentuais médios abaixo de 5%, para todas as temperaturas avaliadas. ALEXANDRE et al. (2007) notaram, ao ajustarem os modelos de Peleg, GAB e Oswin às isotermas de adsorção de umidade da pitanga em pó nas temperaturas de 10, 20, 30 e 40 °C, valores de R^2 acima de 0,89 e $P < 12\%$.

Os resultados do modelo de GAB referentes às umidades na monocamada (X_m) e do parâmetro K para a formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada no ciclone, variaram entre 5,9330 e 6,5402% B.S. e entre 0,9314 e 0,9529, respectivamente. Valor próximo para K foi determinado por SILVA (2005) para a formulação do cajá em pó microencapsulado com 15% de maltodextrina, que foi de 0,9482, nas temperaturas de 10 a 50 °C; e constata-se, ainda, que o valor de K não foi afetado pelo aumento da concentração de maltodextrina de 10 para 15% nas duas formulações avaliadas, em razão dos valores terem variado pouco entre 0,8872 e 0,9617, fato também constatado por GABAS et al. (2007).

Verifica-se que os valores do parâmetro C do modelo de GAB não apresentaram tendência definida com o aumento de temperatura de 20 a 40 °C. LOUREIRO (2006) ao determinar as isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó nas temperaturas de 10, 20, 30 e 40 °C, observou que os valores do parâmetro C do modelo de GAB se comportaram de forma aleatória com o aumento da temperatura.

Tabela 4.17 - Parâmetros dos modelos ajustados às isotermas de adsorção da formulação em pó, com 15% de maltodextrina pó coletada no ciclone do secador

| Modelo | Parâmetros | Temperatura (°C) | | | | |
|--------|------------|------------------|---------|---------|---------|---------|
| | | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| GAB | X_m | 6,5402 | 5,9330 | 6,5123 | 6,0676 | 6,3376 |
| | C | 37,8921 | 70,4596 | 6,6322 | 37,8727 | 17,4602 |
| | K | 0,9314 | 0,9529 | 0,9361 | 0,9427 | 0,9362 |
| | R^2 | 0,9968 | 0,9964 | 0,9984 | 0,9967 | 0,9969 |
| | P (%) | 2,60 | 3,34 | 3,63 | 3,06 | 2,10 |
| Peleg | k_1 | 27,5401 | 28,2219 | 30,7070 | 68,9823 | 52,2434 |
| | n_1 | 1,1520 | 1,2997 | 1,5619 | 14,1237 | 9,2130 |
| | k_2 | 59,5031 | 79,5216 | 83,7139 | 27,6371 | 22,7224 |
| | n_2 | 12,6288 | 14,8722 | 17,2886 | 1,2834 | 1,0155 |
| | R^2 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9997 | 0,9998 | 0,9974 |
| | P (%) | 0,33 | 0,42 | 1,47 | 1,03 | 3,09 |
| Oswin | a | 11,8520 | 10,7496 | 10,4814 | 10,9029 | 11,0428 |
| | b | 0,5484 | 0,6094 | 0,6085 | 0,5852 | 0,5794 |
| | R^2 | 0,9990 | 0,9976 | 0,9988 | 0,9981 | 0,9967 |
| | P (%) | 2,12 | 3,64 | 3,10 | 2,92 | 3,43 |

A Figura 4.1 representa as isotermas de adsorção de umidade da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara do secador, nas temperaturas de 20, 25, 30, 35 e 40 °C, com ajustes pelo modelo de Peleg. Constata-se haver uma proximidade muito grande entre as curvas, com leve distanciamento entre a curva a 20 °C e a curva a 40°C para a_w entre 0,4 e 0,8, não sendo possível observar com clareza o efeito da temperatura a 25, 30 e 35°C, mas se nota que as isotermas de adsorção de umidade da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara do secador, são do Tipo III, segundo a classificação de Brunauer. GOMES et al. (2002) também constataram, para a acerola em

pó, desidratada em secador do tipo leite de jorro, que as isotermas de adsorção de umidade são do Tipo III. Já KUMAR & MISHRA (2006) afirmam que as isotermas de adsorção de umidade do pó do iogurte de manga fortificado com leite de soja nas temperaturas de 20, 30, 40 e 50 °C, são do Tipo II.

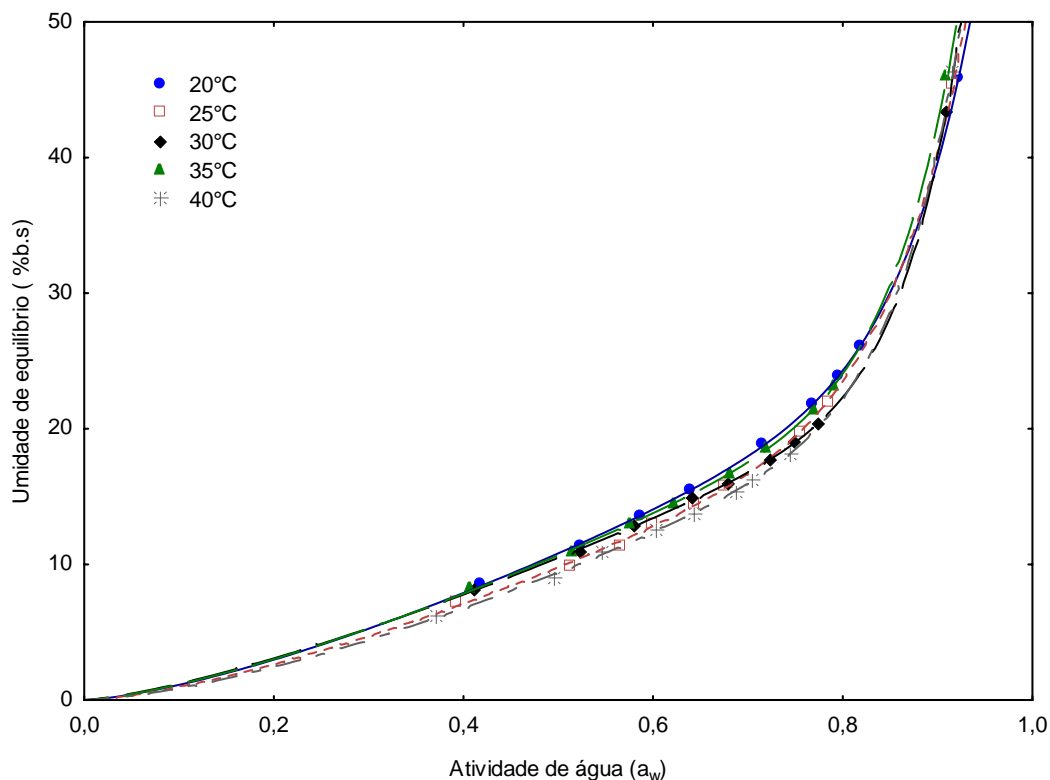


Figura 4.1 - Isotermas de adsorção de umidade da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara do secador, com ajuste pelo modelo de Peleg

A Figura 4.2 representa as isotermas de adsorção de umidade da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada no ciclone do secador, nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C, com ajuste pelo modelo de Peleg. Observa-se distanciamento da curva a 20 °C das demais significando que para esta temperatura existe uma diferença com relação às outras; já para as temperaturas de 25, 30 e 35°C constata-se grande proximidade das curvas, não sendo possível identificar o efeito da temperatura. Examinando-se esta figura, vê-se que as isotermas de adsorção de umidade da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada no ciclone do secador também são do Tipo III, segundo a classificação de Brunauer. GALDINO et al. (2003) ao analisarem as isotermas de adsorção de umidade do umbu em pó, seco através do processo foam-mat, constataram também que as isotermas eram do Tipo III.

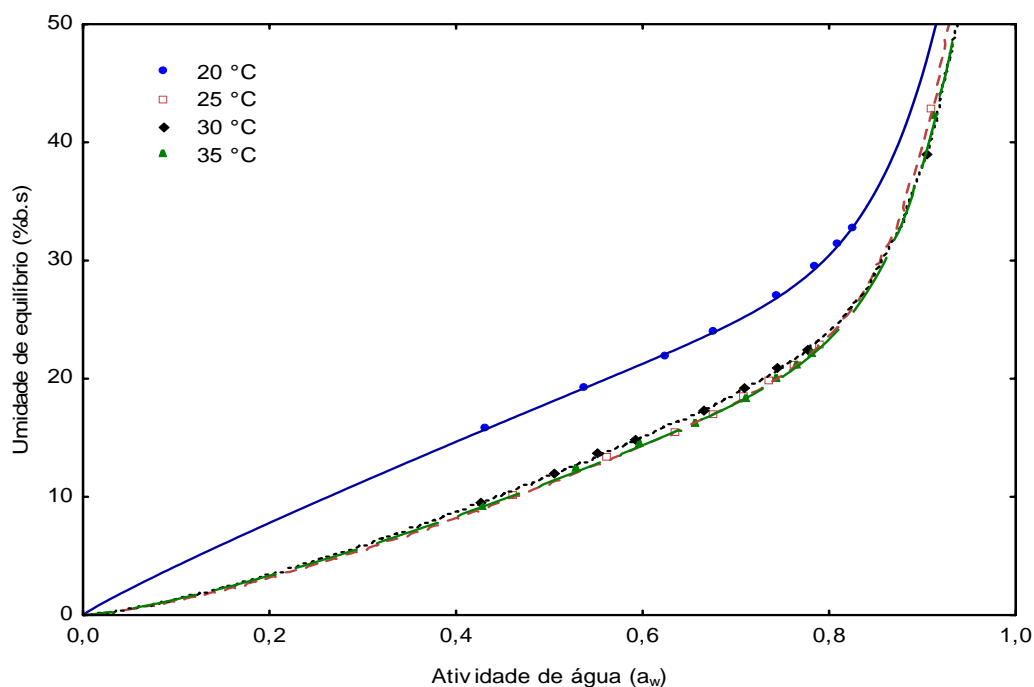


Figura 4.2 - Isotermas de adsorção de umidade da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada no ciclone do secador, com ajuste pelo modelo de Peleg

Na Figura 4.3 estão representadas as isotermas de adsorção de umidade da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara do secador, nas temperaturas de 20, 25, 30, 35 e 40 °C, com ajuste pelo modelo de Peleg. Verifica-se uma proximidade muito grande das curvas, não sendo possível identificar a influência da temperatura. PENA et al. (1996) também constataram, para as isotermas de adsorção de umidade do pó de guaraná a 15, 25 e 35 °C que a influência da temperatura não era nitidamente perceptível, uma vez que as curvas eram praticamente coincidentes.

Examinando-se a Figura 4.3, observa-se que as isotermas de adsorção de umidade da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara do secador são do Tipo III, segundo a classificação de Brunauer. ASSUNÇÃO et al. (2005) constataram que as isotermas de adsorção de umidade do pó de açaí eram do Tipo III e que não houve efeito significativo entre as temperaturas de 10 e 30 °C nas isotermas.

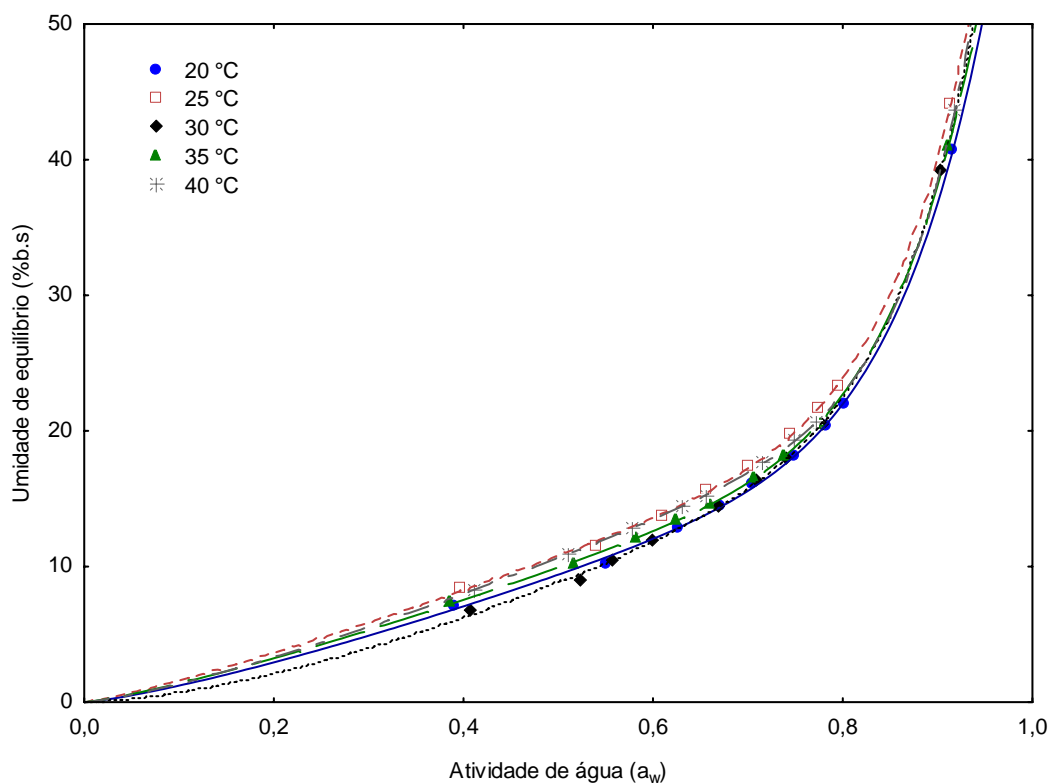


Figura 4.3 - Isotermas de adsorção de umidade da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara do secador, com ajuste pelo modelo de Peleg

Apresenta-se, na Figura 4.4, as isotermas de adsorção de umidade da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada no ciclone do secador, nas temperaturas de 20, 25, 30, 35 e 40 °C, com ajuste pelo modelo de Peleg. Observa-se nas a_w entre 0,4 e 0,8, que ocorreu uma superioridade da curva a 20 °C em relação às demais; concernentes às temperaturas de 25, 30, 35 e 40 °C, existe uma proximidade muito grande das curvas não sendo possível, então, identificar o efeito da temperatura. Semelhança foi verificada por CIAMPONE et al. (1998) ao estudarem o comportamento higroscópico de um produto dietético em pó do tipo “shake” nas temperaturas de 15, 25 e 35 °C ao observarem que, aumentando-se a temperatura, as curvas de adsorção de umidade variaram pouco na faixa da atividade de água até 0,5; acima deste valor deu-se aumento com a temperatura.

Examinando-se a Figura 4.4 se observa, como nas demais amostras, que as isotermas de adsorção de umidade da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada no ciclone do secador são do Tipo III, segundo a classificação de Brunauer.

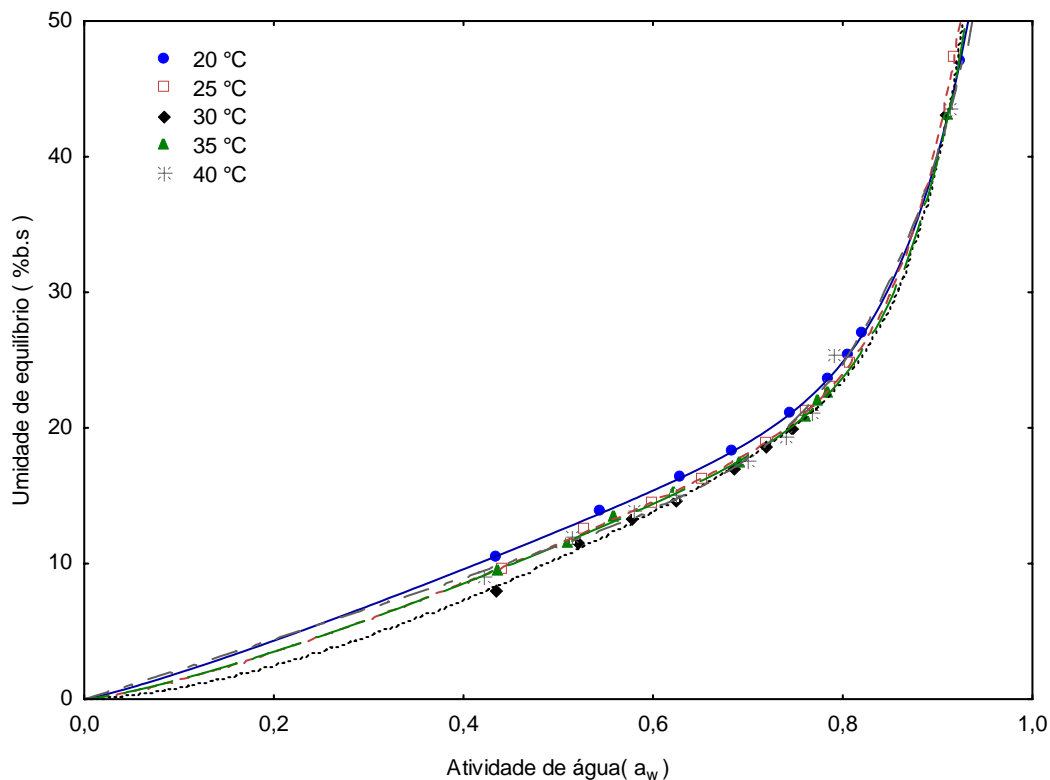


Figura 4.4 - Isothermas de adsorção de umidade da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada no ciclone do secador com ajuste pelo modelo de Peleg

4.6 – Armazenamento das formulações em pó

Estão expostos, nos itens 4.6.1 a 4.6.7, os dados dos parâmetros avaliados durante o armazenamento das formulações em pó, com adição de 10 e 15% de maltodextrina. Dois tipos de amostra, em pó foram coletadas no secador: amostra em pó, coletada na câmara de secagem, e a amostra em pó coletada no ciclone.

Nas Tabelas C.1 a C.80 (Apêndice C) tem-se as análises de variância dos parâmetros avaliados durante o armazenamento, nos itens 4.6.1 a 4.6.7, das formulações em pó, com 10 e 15% de maltodextrina coletados na câmara de secagem e no ciclone do secador.

4.6.1 - Umidade

Apresentam-se, na Tabela 4.18, os valores médios de umidade da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem laminada durante 180 dias.

As umidades iniciais de 3,85 e 3,25% da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, respectivamente, foram superiores à determinada por SILVA (2005), ou seja, de 2,34% para uma formulação contendo polpa de cajá e maltodextrina (15%) desidratada em secador por aspersão, e por CAMPOS et al. (1998), para o leite em pó integral obtido em spray drying, que foi de 2,12%. Esses valores de umidade inicial são inferiores ao encontrado por DINIZ et al. (2005), para o leite de cabra em pó com beta-ciclodextrina, na sua formulação, que foi de 6,40%, e próximos ao determinado por NOGUEIRA (2002), para o pó de inulina desidratada em secador spray drying, de 3,67% de umidade. OLIVEIRA (2006) também observou que a umidade da amostra coletada no ciclone é inferior à umidade da amostra coletada na câmara de secagem; uma hipótese para esta diferença é que as partículas coletadas no ciclone são menores que as coletadas na câmara, já que o ciclone é responsável pela coleta das partículas finas; têm-se, daí, que as partículas pequenas possuem uma área superficial maior secando mais que as partículas maiores resultando, desta forma, em umidades menores.

Analisando-se os valores médios da umidade da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone do secador com o tempo de armazenamento, observa-se tendência de aumento da umidade com o tempo de armazenamento, em ambas as embalagens, e ainda, que os valores da umidade da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem na embalagem Laminada 1, são estatisticamente diferentes entre os tempos zero, 30 e 60 dias, estatisticamente iguais entre 60, 90 e 120 dias e também estatisticamente iguais entre 150 e 180 dias.

A umidade da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem armazenada na embalagem Laminada 2, não sofreu alteração durante os primeiros trinta dias de armazenamento, aumentando a partir daí, mas permanecendo no mesmo nível de umidade entre 60 e 90 dias, voltando a aumentar a partir de 90 dias com igualdade estatística entre os tempos de 120 e 150 dias; no entanto, entre os tempos de 30 e 60 dias,

90 e 120 dias e entre 150 e 180 dias, notam-se diferenças significativas entre estas umidades médias.

Para a formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem, a embalagem Laminada 2 apresentou melhor proteção à troca de umidade com o ambiente, em relação à embalagem Laminada 1, apenas nos primeiros 30 dias de armazenamento apresentando, nos tempos restantes, valores superiores de umidade.

Nota-se que a umidade da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem armazenada nas embalagens Laminadas 1 e 2, sofreu ao final de 180 dias de estocagem, um aumento de 74,3 e 115,6%, respectivamente. Para a amostra da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada no ciclone armazenada nas embalagens Laminadas 1 e 2, os percentuais de aumento da umidade no final do armazenamento (180 dias) com relação ao início (0 dia) foram de 70,1 e 104,0%, respectivamente. Diante destes valores, constata-se que a amostra coletada na câmara de secagem absorveu mais umidade que a amostra coletada no ciclone, quando embaladas no mesmo tipo de embalagem, significando maior higroscopicidade, fato contrário ao observado por OLIVEIRA (2006). GALDINO et al. (2003) observaram aumento da umidade de 14,33% do umbu em pó, desidratado pelo método de secagem em camada de espuma, acondicionado em embalagem laminada após 60 dias de armazenamento. O acréscimo de umidade durante o armazenamento também foi notado por OLIVEIRA (2006), ao constatar um aumento da umidade no final do armazenamento (120 dias) de 12,6% para a pitanga em pó, desidratada em secador por aspensão e armazenada em embalagem laminada, coletada na câmara de secagem e de 14,3% para a amostra coletada no ciclone. Por outro lado, FIGUEIRÊDO et al. (2001) viram que não houve tendência de acréscimo nem decréscimo da umidade da acerola em pó, desidratada em secador por atomização, acondicionada em embalagem laminada ao longo de 360 dias de armazenamento.

De modo geral e com base na absorção de umidade pelas amostras, para a formulação em pó com 10% de maltodextrina, percebe-se uma melhor proteção da embalagem Laminada 1 em relação às amostras acondicionadas na embalagem Laminada 2, o que provavelmente tenha sido em razão da embalagem Laminada 1 (BOPP_{metal} - 20 μm - + PEBD cristal - 90 μm) possuir espessura maior que a embalagem Laminada 2 (BOPP_{pérola} - 25 μm - + Poliéster - 12 μm) além de ter revestimento metalizado, o qual diminui a permeabilidade ao vapor d'água. FREITAS & MORETTI (2005) estudando o armazenamento em condições de temperatura ($25\pm 2^\circ\text{C}$) e umidade relativa (56%) ambiente

de barras de cereais acondicionadas em três diferentes filmes de embalagem (A - PET/PEBD; B - PETmet/PEBD; C - PET/PEBD/AL/PEBD) durante 6 meses, observaram que a umidade das barras de cereais apresentou tendência de aumento com o tempo de armazenamento quando armazenadas nas embalagens A e B; já nas amostras armazenadas na embalagem C não houve alteração significativa da umidade durante os 180 dias, fato justificado em razão da embalagem possuir maior espessura, menor taxa de permeabilidade ao vapor d'água e a presença da folha de alumínio na composição.

Tem-se que os valores da umidade da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletado no ciclone do secador na embalagem Laminada 1, são estatisticamente iguais entre os tempos zero e 30 dias, entre 60 e 90 dias e entre 120, 150 e 180 dias; observa-se também que entre os tempos 30 e 60 e entre 90 e 120 dias, os valores de umidade são estatisticamente diferentes.

Na formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada no ciclone do secador e acondicionada na embalagem Laminada 1 e Laminada 2, os valores da umidade aumentaram significativamente do tempo inicial (tempo zero) até 120 dias e de 120 a 180 dias se manteve estável. MEDEIROS et al. (2005) verificaram que após 10 meses a umidade do leite de cabra em pó foi de 4,3%, valor este inferior ao das umidades da formulação, com 10% de maltodextrina coletada no ciclone e acondicionada nas embalagens laminadas 1 e 2, após 6 meses de armazenamento, demonstrando a higroscopicidade da amostra em estudo.

Tabela 4.18 – Valores médios da umidade (%) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem

| Tempo de armazenamento (dia) | Câmara de secagem | | Ciclone | |
|------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | Embalagem | Embalagem | Embalagem | Embalagem |
| | Laminada 1 | Laminada 2 | Laminada 1 | Laminada 2 |
| 0 | 3,85 d | 3,85 d | 3,25 c | 3,25 e |
| 30 | 4,58 c | 4,10 d | 3,31 c | 3,74 d |
| 60 | 5,06 b | 5,71 c | 4,10 b | 5,32 c |
| 90 | 5,06 b | 5,58 c | 4,27 b | 5,65 b |
| 120 | 5,18 b | 6,92 b | 5,43 a | 6,59 a |
| 150 | 6,51 a | 6,89 b | 5,53 a | 6,58 a |
| 180 | 6,71 a | 8,30 a | 5,53 a | 6,63 a |
| MG | 5,28 | 5,91 | 4,49 | 5,39 |
| DMS | 0,27 | 0,28 | 0,22 | 0,20 |
| CV (%) | 2,27 | 2,13 | 2,15 | 1,58 |

Obs: Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Apresentam-se, na Tabela 4.19, os valores médios de umidade da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem laminada durante 180 dias.

Diferente da formulação com 10% de maltodextrina, as umidades iniciais de 3,85 e 3,68% encontrada para a formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone são, respectivamente, muito próximas. Comparando-se os valores das umidades iniciais das amostras, apenas a umidade da amostra com 10% de maltodextrina coletada no ciclone (3,25%) é um pouco inferior à demais valores, que variaram entre 3,6 e 3,8%. O valor de umidade inicial inferior foi determinado por CAMPOS et al. (1998) para o leite em pó integral (marca Danby), produzido em secador por aspersão, que foi de 2,08%.

Analisando-se os resultados dos valores médios da umidade da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, observa-se

tendência de aumento da umidade com o tempo de armazenamento, em ambas as embalagens.

Os valores médios da umidade da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem armazenada na embalagem Laminada 1, são estatisticamente diferentes entre os tempos zero, 30, 60 e 90 dias; iguais entre 90 e 120 dias e entre 120, 150 e 180 dias.

Nota-se que, na formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem armazenada na embalagem Laminada 2, a umidade aumentou significativamente do tempo zero até os 90 dias de armazenamento, ficando estável entre 90 e 120 dias, aumentando novamente entre 120 e 150 dias mais permanecendo estável entre 150 e 180 dias.

Os valores da umidade da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada no ciclone do secador e acondicionada na embalagem Laminada 1, aumentaram com o tempo de armazenamento, apresentando diferenças estatísticas entre as médias nos tempos zero, 30 e 60 dias, ficando estáveis entre os tempos 60 e 90 dias, voltando a aumentar, apresentando diferenças significativas entre as médias nos tempos 90 e 120 dias, ficando estável entre 120 e 150 dias, aumentando novamente entre 150 e 180 dias.

Para a formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada no ciclone do secador e acondicionada na embalagem Laminada 2, os valores da umidade sofreram aumentos significativos desde o tempo inicial do armazenamento (tempo zero) até completar 90 dias, dos 90 até os 150 dias a amostra permaneceu estável, voltando a umidade a aumentar entre 150 e 180 dias.

A umidade da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem aumentou no final do armazenamento com relação ao início, 52,0 e 75,8% nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, respectivamente. Para as amostras coletadas no ciclone, armazenadas nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, o aumento da umidade no final do armazenamento foi de 69,0 e 70,4%, respectivamente. O uso da embalagem Laminada 1 protegeu melhor a amostra coletada na câmara de secagem que na embalagem Laminada 2, fato também observado na amostra com 10% de maltodextrina. Na amostra coletada no ciclone, as embalagens Laminada 1 e 2 apresentaram o mesmo nível de proteção quanto ao ganho de umidade.

A formulação em pó com 15% de maltodextrina absorveu menores percentuais de umidade no final do armazenamento que a formulação em pó com 10% de maltodextrina, para as mesmas embalagens e local de coleta, exceto nas amostras coletadas no ciclone e

acondicionadas na embalagem Laminada 1, as quais tiveram o mesmo nível de percentual de ganho de umidade de aproximadamente 70%; comportamento semelhante foi verificado por SILVA et al. (2006b) ao avaliarem polpas de camu-camu liofilizadas, constatando que a adição de 30% de maltodextrina à polpa de camu-camu deixou a amostra menos higroscópica que a amostra sem a adição da maltodextrina.

A formulação em pó com 15% de maltodextrina foi menos higroscópica aos 90 dias de armazenamento que a acerola em pó, desidratada pelo processo de secagem em camada de espuma e acondicionada em embalagens metalizadas de polipropileno biorientado com uma camada interna de polietileno em que, após 90 dias de armazenamento, a temperatura ambiente, sofreu um aumento de 69,9% na umidade (SOARES et al., 2001).

Tabela 4.19 – Valores médios da umidade (%) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem

| Tempo de armazenamento (dia) | Câmara de secagem | | Ciclone | |
|------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | Laminada 1 | Laminada 2 | Laminada 1 | Laminada 2 |
| 0 | 3,85 e | 3,85 e | 3,68 e | 3,68 e |
| 30 | 4,16 d | 4,63 d | 4,15 d | 4,34 d |
| 60 | 4,47 c | 5,07 c | 4,45 c | 5,08 c |
| 90 | 5,56 b | 6,17 b | 4,69 c | 5,58 b |
| 120 | 5,67 ab | 6,22 b | 5,18 b | 5,64 b |
| 150 | 5,82 a | 6,71 a | 5,40 b | 5,71 b |
| 180 | 5,85 a | 6,77 a | 6,22 a | 6,27 a |
| MG | 5,05 | 5,63 | 4,82 | 5,19 |
| DMS | 0,19 | 0,23 | 0,26 | 0,21 |
| CV (%) | 1,67 | 1,77 | 2,35 | 1,79 |

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

O aumento em percentual da umidade das formulações em pó (10 e 15% de maltodextrina), aos 180 dias, decorrente da permeabilidade da embalagem ao vapor d'água, variou entre 52 e 115,6%, correspondendo a umidades entre 5,53 e 8,30%; comportamento semelhante foi verificado por CAMPOS et al. (1998) para o leite em pó

integral (marca Danby), produzido em secador por aspersão, armazenado a temperatura ambiente em embalagem metalizada flexível (poliéster/PEBD), com capacidade para 200 g, que também absorveu umidade com o tempo de armazenamento atingindo, aos 180 dias um aumento da umidade da ordem de 57,2%. Com base na legislação para o produto alimentício denominado leite em pó modificado de acordo com BRASIL (2006), o teor máximo de umidade deve ser de 6%, tendo ficado algumas amostras ao longo do armazenamento com valores excedendo a este limite; entretanto, este valor serve apenas como referência em razão de não existir legislação específica para o leite de cabra em pó ou de produtos em pó contendo leite de cabra.

Tem-se, nas Tabelas C.9 a C.16, tem-se as análises de variância das regressões das umidades das formulações com 10 e 15% de maltodextrina, em função do tempo de armazenamento para as diferentes condições de coleta (câmara de secagem e ciclone) e tipos de embalagem (Laminada 1 e Laminada 2). Verifica-se, para as amostras coletadas na câmara de secagem com 10 e 15% de maltodextrina e acondicionadas na embalagem Laminada 1, que todas as equações de regressão testadas foram significativas a 1% de probabilidade pelo teste F, ocorrendo o mesmo para a amostra com 10% de maltodextrina coletada no ciclone e acondicionada na embalagem Laminada 2. Para as amostras com 10 e 15% de maltodextrina coletadas no ciclone e acondicionadas na embalagem Laminada 1, as equações de regressão linear, quadrática e cúbica foram significativas a 1% de probabilidade. Para a amostra com 10% de maltodextrina coletada na câmara e na embalagem Laminada 2, as equações significativas a 1% de probabilidade foram a linear, a cúbica e a de 4^o grau. Para a amostra com 15% de maltodextrina acondicionada na embalagem Laminada 2 coletada na câmara de secagem, foram significativas a 1% de probabilidade as equações linear e quadrática e, para a amostra coletada no ciclone, foram significativas as equações polinomiais de 1^o ao 4^o grau.

Na Tabela 4.20 apresenta-se as equações de regressão lineares, significativas a 1% de probabilidade, ajustadas aos dados experimentais da umidade, em função do tempo de armazenamento para as formulações em pó com 10 e 15% de maltodextrina, coletadas na câmara do secador e no ciclone e armazenadas em dois tipos de embalagem (Laminada 1 e Laminada 2); essas equações podem ser usadas para estimar a umidade em função do tempo de armazenamento, em razão das equações terem apresentado coeficientes de determinação acima de 0,88. GOMES et al. (2004) também observaram, que a equação linear se ajustou bem aos dados experimentais da umidade da acerola em pó, em função do tempo de armazenamento apresentando R^2 superior a 0,99. BRAGA et al. (2005)

descreveram, por equação linear, o comportamento da umidade em função do tempo de armazenamento (270 dias) de cogumelos (*Agaricus blazei*) acondicionados em embalagem laminada de BOPPmet /BOPP, a 25 °C e 80% UR, apresentando $R^2 = 0,99$.

Tabela 4.20 – Equações de regressão propostas para o cálculo da umidade das formulações em pó com 10 e 15% de maltodextrina, em função do tempo de armazenamento

| Amostra | | Equação** | R ² |
|-------------|------------|-----------------|----------------|
| Câmara 10% | Laminada 1 | $U=3,92+0,015t$ | 0,9108 |
| | Laminada 2 | $U=3,75+0,024t$ | 0,9424 |
| Câmara 15% | Laminada 1 | $U=3,92+0,012t$ | 0,8912 |
| | Laminada 2 | $U=4,20+0,016t$ | 0,9266 |
| Ciclone 10% | Laminada 1 | $U=3,14+0,015t$ | 0,9194 |
| | Laminada 2 | $U=3,56+0,020t$ | 0,8864 |
| Ciclone 15% | Laminada 1 | $U=3,67+0,013t$ | 0,9695 |
| | Laminada 2 | $U=4,00+0,013t$ | 0,9103 |

U – Umidade (%); t – tempo (dia); (**) significativo a 1% de probabilidade (p – valor < 0,01).

4.6.2 – Ácido ascórbico

Apresentam-se na Tabela 4.21, os valores médios do ácido ascórbico (mg/100g) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem laminada durante 180 dias.

O teor inicial de ácido ascórbico da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem, foi igual a 15,64 mg/100g sendo estatisticamente inferior ao encontrado para a amostra coletada no ciclone, ou seja, de 17,00 mg/100g. Contrariamente, OLIVEIRA et al. (2006) não verificaram diferenças estatísticas entre o teor de ácido ascórbico do pó de pitanga coletado na câmara de secagem do secador por aspersão e o pó de pitanga coletado no ciclone; essas diferenças ocorridas entre o teor de

ácido ascórbico entre os dois locais de coleta da amostra, são devidas, provavelmente, à degradação do ácido ascórbico ocorrida na câmara de secagem em razão do produto na câmara permanecer por um período de tempo maior, exposto a alta temperatura, enquanto o material no ciclone, após ser recolhido não fica exposto a uma temperatura tão alta quanto na câmara de secagem; deve-se, daí, a inferioridade no teor do ácido ascórbico que é degradado principalmente com a temperatura.

Na formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e acondicionada na embalagem Laminada 1, a degradação do ácido ascórbico ocorreu mensalmente, de forma gradativa observando-se, a cada mês, uma perda estatisticamente significativa desde o tempo zero até o fim do armazenamento (180 dias). Na formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e acondicionada na embalagem Laminada 2, a perda do ácido ascórbico também se deu de forma significativa a cada mês, desde o tempo zero até o fim do armazenamento (180 dias). GOMES et al. (2004), constataram que o teor de ácido ascórbico diminuiu com o aumento do tempo de armazenamento, atingindo um percentual de redução de 29,72% aos 60 dias de armazenamento.

As médias gerais do ácido ascórbico da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone nas duas embalagens no período de armazenamento, foram de aproximadamente 10 mg/100g.

A formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e acondicionada na embalagem Laminada 1, diminuiu significativamente o ácido ascórbico com o tempo de armazenamento e na embalagem Laminada 2, esta amostra sofreu alterações significativas no ácido ascórbico até os 150 dias; depois, a amostra entre os tempos de 150 e 180 dias permaneceu com o mesmo nível de ácido ascórbico.

Nota-se que o ácido ascórbico da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, sofreu, no final dos 180 dias, um decréscimo de 61,1% em ambas as embalagens. GALDINO et al. (2003) encontraram, para o umbu em pó desidratado pelo método de secagem em camada de espuma e acondicionado em embalagem laminada, uma perda de ácido ascórbico aos 40 dias, de 39,18%, superior à perda aos 60 dias de armazenamento da amostra com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2.

Para a formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada no ciclone do secador, o decréscimo do ácido ascórbico observado para a amostra armazenada na

embalagem Laminada 1, foi igual a 64,2% e, na embalagem Laminada 2, foi de 64,3%, significando que o comportamento da amostra nos dois tipos de embalagem foi praticamente o mesmo durante o período de armazenamento. SOARES et al. (2001) após desidratarem a polpa de acerola (*Malpighia emarginata*) pelo processo foam-mat a temperatura de 60 a 70 °C armazenaram a acerola em pó durante 3 meses em sacos metalizados contendo 25 gramas da amostra, observando degradação da vitamina C, da ordem de 34,5% no final deste período.

Tabela 4.21 – Valores médios do ácido ascórbico (mg/100g) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem

| Tempo de armazenamento (dia) | Câmara de secagem | | Ciclone | |
|------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | Laminada 1 | Laminada 2 | Laminada 1 | Laminada 2 |
| 0 | 15,64 a | 15,64 a | 17,00 a | 17,00 a |
| 30 | 14,44 b | 14,71 b | 15,97 b | 15,68 b |
| 60 | 11,71 c | 10,89 c | 10,86 c | 10,04 c |
| 90 | 9,82 d | 9,80 d | 9,60 d | 9,80 d |
| 120 | 8,90 e | 7,92 e | 8,90 e | 6,93 e |
| 150 | 7,07 f | 7,09 f | 7,08 f | 6,08 f |
| 180 | 6,08 g | 6,09 g | 6,09 g | 6,07 f |
| MG | 10,52 | 10,31 | 10,79 | 10,23 |
| DMS | 0,51 | 0,43 | 0,55 | 0,06 |
| CV (%) | 2,10 | 1,82 | 2,23 | 0,27 |

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Apresentam-se na Tabela 4.22, os valores médios do ácido ascórbico (mg/100g) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada nos dois tipos de embalagem laminada durante 180 dias.

Constata-se, durante o armazenamento da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, acondicionada em ambas as embalagens, que houve degradação do teor de ácido ascórbico e, ainda, que a formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e acondicionada na embalagem Laminada 1, apresentou perda significativa de ácido ascórbico durante todo o

armazenamento; enquanto na embalagem Laminada 2 este decréscimo ocorreu de forma alternada, entre o tempo zero e 30 dias; não houve alteração do ácido ascórbico; entre 30 e 60 dias ocorreu diminuição significativa deste parâmetro; entre 60 e 90 dias não se constatou variação do ácido ascórbico; entre 90, 120 e 150 dias deu-se diminuição significativa e entre 150 e 180 dias, estabilidade.

Observa-se que o teor de ácido ascórbico da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada no ciclone e armazenada na embalagem Laminada 1, não sofreu alterações significativas nos primeiros 30 dias, entre os tempos 60 e 90 dias e entre 120 e 150 dias, porém entre os tempos de 30 e 60 dias, e entre 90, 120, 150 e 180 dias, o teor de ácido ascórbico diminuiu significativamente.

Na amostra da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada no ciclone e armazenada na embalagem Laminada 2, o teor de ácido ascórbico diminuiu significativamente com o tempo de armazenamento. De acordo com OLIVEIRA et al. (1999) dentre todas as vitaminas a mais facilmente degradáveis é a vitamina C, que se apresenta estável apenas em meio ácido e na ausência de luz, de oxigênio e de calor. Segundo ALDRIGUE (2003) em sucos de cítricos desidratados a degradação do ácido ascórbico ocorre, provavelmente, em função da temperatura e do teor de umidade. Vários pesquisadores também notaram a degradação do ácido ascórbico durante o armazenamento, dentre eles BRANDÃO et al. (2003) que constataram este comportamento para a polpa de manga desidratada pelo processo de secagem solar verificando a ocorrência de perda total (100%) da vitamina C após 180 dias de armazenamento. Provavelmente, nas amostras do presente trabalho o teor de ácido ascórbico foi degradado com o tempo devido, sobretudo às altas temperaturas de armazenamento e ao ganho de umidade das amostras o que contribuiu para a diluição da vitamina C.

Na amostra coletada na câmara de secagem acondicionada na embalagem Laminada 1, verifica-se que no final do armazenamento o decréscimo do ácido ascórbico foi igual a 49,1% e na embalagem Laminada 2, de 49,2%, demonstrando que não houve influência do tipo de embalagem com relação ao teor final de ácido ascórbico. Percentuais similares de redução do teor de ácido ascórbico com o tempo de armazenamento foram observados para a amostra coletada no ciclone acondicionada na embalagem Laminada 1, que apresentou decréscimo de 49,4% e, na amostra acondicionada na embalagem Laminada 2, a redução do ácido ascórbico foi de 49,2%, significando que, praticamente, não existe diferença entre os tipos de embalagens utilizadas na perda final (180 dias) do ácido ascórbico da formulação em pó com 15% de maltodextrina. Contrariamente,

TEIXEIRA et al. (2005) constataram influência do tipo de embalagem na manutenção do teor de ácido ascórbico da goiabada durante o armazenamento, tendo verificado que na amostra mantida a 30 °C após 150 dias de acondicionada em embalagem de polipropileno biorientado (filme flexível de BOPP) a retenção do ácido ascórbico foi de 51,5% e, na embalagem metálica a retenção foi de 72%, justificada em razão desta embalagem proporcionar uma barreira maior quanto à passagem de luz e oxigênio, retendo maiores percentuais de ácido ascórbico.

O valor médio inicial do ácido ascórbico (mg/100g) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletado na câmara de secagem, foi igual a 11,97 mg/100g sendo muito próximo ao valor da amostra coletada no ciclone do secador, que foi igual a 12,01mg/100g. OLIVEIRA (2006) também não encontrou diferença significativa quanto ao teor de vitamina C, entre o pó de pitanga coletado na câmara de secagem e o pó coletado no ciclone do secador para a formulação de pitanga também elaborada com adição de 15% de maltodextrina.

Tabela 4.22 – Valores médios do ácido ascórbico (mg/100g) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem

| Tempo de armazenamento (dia) | Câmara de secagem | | Ciclone | |
|------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | Laminada 1 | Laminada 2 | Laminada 1 | Laminada 2 |
| 0 | 11,97 a | 11,97 a | 12,01 a | 12,01 a |
| 30 | 11,54 b | 11,76 a | 11,76 a | 11,02 b |
| 60 | 10,05 c | 11,29 b | 10,06 b | 9,22 c |
| 90 | 9,77 d | 10,90 b | 9,78 b | 8,71 d |
| 120 | 8,92 e | 6,91 c | 7,93 c | 7,90 e |
| 150 | 7,05 f | 6,07 d | 7,09 d | 7,07 f |
| 180 | 6,09 g | 6,08 d | 6,08 e | 6,10 g |
| MG | 9,34 | 9,28 | 9,24 | 8,86 |
| DMS | 0,25 | 0,40 | 0,37 | 0,43 |
| CV (%) | 1,15 | 1,89 | 1,74 | 2,09 |

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Acham-se, nas Tabelas C.25 a C.32 (Apêndice C) as análises de variância das regressões do teor de ácido ascórbico das formulações com 10 e 15% de maltodextrina, em função do tempo de armazenamento para as diferentes condições de coleta (Câmara de secagem e Ciclone) e tipos de embalagem (Laminada 1 e Laminada 2). Verifica-se, para as amostras coletadas na câmara de secagem com 10 e 15% de maltodextrina e acondicionadas na embalagem Laminada 2, que todas as equações de regressão testadas foram significativas a 1% de probabilidade pelo teste F, ocorrendo o mesmo para a amostra com 10% de maltodextrina coletada no ciclone e acondicionada na embalagem Laminada 2. Para as amostras com 10% de maltodextrina coletadas na câmara de secagem e no ciclone e acondicionadas na embalagem Laminada 1, as equações de regressão linear, quadrática, de 4º grau e de 5º grau, foram significativas a 1% de probabilidade. Para a amostra com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem acondicionada na embalagem Laminada 1 e na amostra coletada no ciclone e acondicionada na embalagem Laminada 2 as equações significativas a 1% de probabilidade foram a linear, a quadrática e a de 5º grau. Para a amostra com 15% de maltodextrina acondicionada na embalagem Laminada 1 coletada no ciclone foram significativas a 1% de probabilidade as equações linear, quadrática, cúbica e de 5º grau. OLIVEIRA (2006) notou que as equações de regressão lineares e quadráticas ajustadas aos dados experimentais do ácido ascórbico da pitanga em pó, coletado na câmara e no ciclone do secador por aspersão, em função do tempo de armazenamento nos dois tipos de embalagem, apresentaram bons ajustes, com coeficientes de determinação superiores a 0,97 e 0,96, respectivamente.

Tem-se, na Tabela 4.23, as equações de regressão ajustadas aos dados experimentais do teor de ácido ascórbico das formulações em pó com 10 e 15% de maltodextrina, coletadas na câmara do secador e no ciclone e armazenadas em dois tipos de embalagem (Laminadas 1 e 2), em função do tempo de armazenamento. Constata-se que todas as equações lineares significativas a 1% de probabilidade, podem ser utilizadas para estimar o teor de ácido ascórbico em função do tempo de armazenamento em razão dos coeficientes de determinação ter sido acima de 0,86. YAMASHITA et al. (2003), verificaram que o suco de acerola pasteurizado e engarrafado, mantido a temperatura ambiente ao longo de 4 meses de armazenagem, apresentou decréscimo linear da vitamina C, em função do tempo de armazenagem.

Tabela 4.23 – Equações de regressão propostas para o cálculo do ácido ascórbico (mg/100g) das formulações em pó com 10 e 15% de maltodextrina, em função do tempo de armazenamento

| Amostra | | Equações (**) | R ² |
|-------------|------------|----------------|----------------|
| Câmara 10% | Laminada 1 | A=15,47-0,055t | 0,9816 |
| | Laminada 2 | A=15,33-0,056t | 0,9535 |
| Câmara 15% | Laminada 1 | A=12,32-0,033t | 0,9676 |
| | Laminada 2 | A=12,86-0,040t | 0,8641 |
| Ciclone 10% | Laminada 1 | A=16,53-0,063t | 0,9240 |
| | Laminada 2 | A=16,13-0,066t | 0,8948 |
| Ciclone 15% | Laminada 1 | A=12,38-0,035t | 0,9766 |
| | Laminada 2 | A=11,75-0,032t | 0,9793 |

A – Acido ascórbico(mg/100g); t – tempo (dia); (**) significativo a 1% de probabilidade (p – valor < 0,01).

4.6.3 - Acidez total titulável

Apresentam-se, na Tabela 4.24, os valores médios de acidez total titulável (% de ácido cítrico) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem laminada durante 180 dias.

Observa-se, durante o armazenamento da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem acondicionada na embalagem Laminada 1, que a acidez total titulável apresenta, de forma geral, estabilidade; e constata-se que não existe diferença significativa entre o valor inicial (0 dia) e o final (180 dias).

Nota-se, na formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem acondicionada na embalagem Laminada 2, que não existe diferença significativa entre os valores médios da acidez total titulável nos dois primeiros tempos e os três últimos tempos de armazenamento; no entanto, se constata diferenças significativas isoladas entre os valores da acidez nos tempos 60 e 90 dias e entre esses dois tempos e os demais tempos; ante esses valores, tem-se que a tendência geral da acidez com o tempo de armazenamento foi de estabilidade, tratando-se de casos isolados os tempos de 60 e 90 dias.

Para as amostras da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletadas no ciclone e acondicionadas nas embalagens Laminadas 1 e 2, tem-se uma oscilação nos valores da acidez com o tempo de armazenamento, porém não existem diferenças significativas entre os valores iniciais (tempo zero) e os valores finais (180 dias) e, com base nos pequenos valores dos desvios mínimos significativos e coeficientes de variação, pode-se dizer que a tendência da acidez foi de estabilidade. Fica configurado, portanto, que essas diferenças na acidez são em razão, provavelmente, do conteúdo das partículas que, em alguns casos, podem ter ficado com uma quantidade maior ou menor de polpa de umbu-cajá, que é função dos sólidos insolúveis, gerando essas oscilações, os quais foram constatados por GALDINO et al. (2003) nos valores da acidez do umbu em pó com o tempo de armazenamento (60 dias) estocado em embalagem laminada a temperatura ambiente, concluindo-se que a acidez não sofreu alterações importantes durante o período avaliado.

Tabela 4.24 – Valores médios da acidez total titulável (% de ácido cítrico) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagens

| Tempo de armazenamento (dia) | Câmara de secagem | | Ciclone | |
|---------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | Laminada 1 | Laminada 2 | Laminada 1 | Laminada 2 |
| 0 | 1,68 a | 1,68 b | 1,72 b | 1,72 ab |
| 30 | 1,60 ab | 1,64 b | 1,50 d | 1,46 c |
| 60 | 1,55 b | 1,49 c | 1,64 c | 1,42 c |
| 90 | 1,69 a | 1,90 a | 1,84 a | 1,80 a |
| 120 | 1,70 a | 1,68 b | 1,65 bc | 1,76 a |
| 150 | 1,68 a | 1,68 b | 1,67 bc | 1,70 ab |
| 180 | 1,62 ab | 1,70 b | 1,65 bc | 1,67 b |
| MG | 1,65 | 1,68 | 1,66 | 1,65 |
| DMS | 0,12 | 0,09 | 0,09 | 0,13 |
| CV (%) | 2,17 | 2,33 | 1,70 | 2,32 |

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Na Tabela 4.25 se acham os valores médios da acidez total titulável (% de ácido cítrico) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenadas em dois tipos de embalagem.

Observa-se que a formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1, não sofreu alteração significativa da acidez total titulável entre os dois tempos iniciais e os dois tempos finais; também, entre 90 e 120 dias não existe diferença significativa, mas se constatam que houve oscilações nos valores da acidez durante o armazenamento e de maneira geral, pode-se afirmar que a tendência da acidez foi de estabilidade com o tempo, sendo essas oscilações justificadas em razão das diferenças naturais entre às amostras devido, possivelmente, à composição das partículas que, algumas vezes durante o processo de secagem ficam com tamanho, proporção de maltodextrina e de polpa diferentes. MAIA et al. (2003) também observaram que a acidez total titulável de uma bebida de baixa caloria à base de acerola acondicionada em garrafas de vidro de 200 mL armazenadas a temperatura ambiente, não foi alterada durante o período de 120 dias.

Verifica-se, para a formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2, que não existe diferença significativa entre os valores médios da acidez total titulável nos tempos 0, 30, 60, 150 e 180 dias. Da mesma maneira como ocorreu na amostra na embalagem Laminada 1, na embalagem Laminada 2 houve oscilações nos valores da acidez durante o armazenamento, mas não suficientes para indicar alteração, devendo-se, portanto, considerar que houve uma tendência à estabilidade.

Nota-se, para a formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada no ciclone e armazenada na embalagem Laminada 1, que não existem diferenças significativas entre os valores médios da acidez total titulável entre os três primeiros tempos e os dois últimos tempos de armazenamento, fato também verificado nas amostras com 15% de maltodextrina coletadas na câmara de secagem; por outro lado, ainda se constatam oscilações nos valores da acidez durante o armazenamento e, como discutidos para a amostra coletada na câmara, neste caso também se considera que houve estabilidade da acidez com o tempo de armazenamento.

Para a formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada no ciclone e armazenada na embalagem Laminada 2, verifica-se que a acidez não sofreu alteração significativa entre os valores no tempo zero e nos tempos 120, 150 e 180 dias. Constatam-se oscilações nos valores da acidez com o tempo de armazenamento mas, como relatado

para as outras amostras, considera-se que a referida amostra teve estabilidade na acidez com o tempo.

Tabela 4.25 – Valores médios da acidez total titulável (% de ácido cítrico) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem

| Tempo de armazenamento (dia) | Câmara de secagem | | Ciclone | |
|---------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | Laminada 1 | Laminada 2 | Laminada 1 | Laminada 2 |
| 0 | 1,30 b | 1,30 bc | 1,35 abc | 1,35 b |
| 30 | 1,27 b | 1,27 c | 1,27 c | 1,15 c |
| 60 | 1,11 c | 1,27 c | 1,31 c | 1,16 c |
| 90 | 1,42 a | 1,41 a | 1,42 a | 1,46 a |
| 120 | 1,42 a | 1,35 ab | 1,40 ab | 1,36 ab |
| 150 | 1,32 b | 1,30 bc | 1,32 c | 1,32 b |
| 180 | 1,31 b | 1,31 bc | 1,32 bc | 1,31 b |
| MG | 1,31 | 1,31 | 1,34 | 1,31 |
| DMS | 0,07 | 0,07 | 0,11 | 0,12 |
| CV (%) | 2,28 | 2,22 | 2,47 | 2,64 |

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Foram feitos testes realizando-se as regressões nas análises de variância da acidez total titulável das formulações com 10 e 15% de maltodextrina, em função do tempo de armazenamento para as diferentes condições de coleta (câmara de secagem e ciclone) e tipos de embalagem (Laminada 1 e Laminada 2), mas como previsto apenas em alguns casos as equações de regressão linear, que poderiam demonstrar uma possível tendência de acréscimo, decréscimo ou estabilidade da acidez com o tempo de armazenamento, foram significativas a 1% de probabilidade pelo teste F e, quando se verificaram os coeficientes de determinação que ficaram abaixo de 0,2, ficou confirmada a hipótese de que houve estabilidade da acidez das amostras com o tempo de armazenamento.

4.6.4 - Açúcares redutores

Apresentam-se, nas Tabelas C.41 a C.48 (Apêndice C) as análises de variância dos valores médios dos açúcares redutores das formulações em pó com 10 e 15% de maltodextrina, coletadas na câmara de secagem e no ciclone, acondicionadas em dois tipos de embalagem (Laminada 1 e Laminada 2); verifica-se que os resultados apresentam significância a 1% de probabilidade pelo teste F para o fator tempo.

A Tabela 4.26 contém os valores médios dos açúcares redutores (% de glicose) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenadas em dois tipos de embalagens.

O pó da formulação com 10% de maltodextrina coletado na câmara de secagem e armazenado nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, apresentou mensalmente, diminuição dos açúcares redutores com relação ao valor inicial. As diminuições dos açúcares redutores nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2 ocorreram no final do armazenamento, com relação ao valor inicial, de 30,6 e 30,9%, respectivamente; comportamento semelhante foi verificado por LOUREIRO (2006) para o buriti em pó armazenado durante 90 dias a temperatura ambiente, justificado como consequência do aumento da umidade, que provoca diluição dos constituintes dos alimentos.

Para a formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada no ciclone e armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, os açúcares redutores também diminuíram mensalmente com relação ao valor inicial. As reduções dos açúcares redutores nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, ocorreram no final do armazenamento, com relação ao valor inicial de 29,1 e 31,6%, respectivamente; similaridade foi observada por GALDINO et al. (2003) para o umbu em pó desidratado pelo método de secagem em camada de espuma, em que os percentuais de perda dos açúcares redutores nas embalagens laminada e de polietileno se apresentam, portanto, no final do armazenamento, respectivamente de 62,1 e 63,6%, superiores, ao da amostra do presente estudo.

Tabela 4.26 – Valores médios dos açúcares redutores (% de glicose) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem

| Tempo de armazenamento (dia) | Câmara de secagem | | Ciclone | |
|------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | Laminada 1 | Laminada 2 | Laminada 1 | Laminada 2 |
| 0 | 28,29 a | 28,29 a | 29,09 a | 29,09 a |
| 30 | 24,91 c | 22,38 d | 23,31 d | 20,06 f |
| 60 | 27,61 b | 23,30 c | 26,56 b | 22,60 c |
| 90 | 25,07 c | 25,39 b | 25,37 c | 26,22 b |
| 120 | 21,78 d | 22,71 d | 22,72 e | 21,76 d |
| 150 | 21,39 d | 22,85 cd | 21,38 f | 20,66 e |
| 180 | 19,64 e | 19,56 e | 20,64 g | 19,89 f |
| MG | 24,10 | 23,50 | 24,12 | 22,90 |
| DMS | 0,55 | 0,57 | 0,55 | 0,37 |
| CV (%) | 1,00 | 1,05 | 0,99 | 0,70 |

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Tem-se, na Tabela 4.27, os valores médios dos açúcares redutores (% de glicose) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenadas em dois tipos de embalagem. Nota-se que o pó coletado na câmara de secagem e no ciclone, e armazenado nas embalagens Laminada 1 e 2, apresentaram valores dos açúcares redutores nos tempos, de 30 a 180 dias inferiores aos valores iniciais (tempo zero). As reduções dos açúcares redutores da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem nas embalagens Laminada 1 e 2, se deram no final do armazenamento, com relação ao valor inicial de 28,4 e 30,2%, respectivamente. Para as amostras coletadas no ciclone e armazenadas nas embalagens Laminada 1 e 2, as reduções dos açúcares redutores no final do armazenamento, com relação ao valor inicial, foram iguais a 29,9 e 27,8%, respectivamente. SOARES et al. (2001) observaram perda dos açúcares redutores de 11,2% após 90 dias de armazenamento a temperatura ambiente do pó de acerola em embalagem metalizada de polipropileno biorientado (BOPP) revestido internamente com polietileno.

Os percentuais de redução dos açúcares redutores em todas as amostras e tipos de embalagens foram muito próximos variando entre 27 e 32%, em virtude principalmente do aumento da umidade das amostras.

Tabela 4.27 – Valores médios dos açúcares redutores (% de glicose) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem

| Tempo de armazenamento (dia) | Câmara de secagem | | Ciclone | |
|------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | Laminada 1 | Laminada 2 | Laminada 1 | Laminada 2 |
| 0 | 27,52 a | 27,52 a | 27,47 a | 27,45 a |
| 30 | 20,71 de | 22,67 c | 22,51 c | 24,49 b |
| 60 | 22,38 c | 22,82 c | 22,74 c | 22,89 d |
| 90 | 24,32 b | 24,02 b | 23,80 b | 23,70 c |
| 120 | 20,35 e | 20,55 d | 21,34 d | 22,81d |
| 150 | 20,90 d | 19,76 e | 19,15 e | 20,12 e |
| 180 | 19,70 f | 19,21 f | 19,26 e | 19,81 e |
| MG | 22,27 | 22,36 | 22,31 | 23,04 |
| DMS | 0,41 | 0,33 | 0,58 | 0,42 |
| CV (%) | 0,80 | 0,65 | 1,13 | 0,78 |

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

4.6.5 - pH

Nas Tabelas C.49 a C.56 (Apêndice C) identificam-se as análises de variância dos valores médios dos açúcares redutores das formulações em pó com 10 e 15% de maltodextrina, coletadas na câmara do secador e no ciclone, acondicionadas em dois tipos de embalagem (Laminada 1 e Laminada 2); em que os resultados apresentaram significância ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, para o fator tempo.

Tem-se, na Tabela 4.28, os valores médios do pH da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenadas em dois tipos de embalagem.

Para a formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e acondicionada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, os valores do pH dos tempos de 30 a 180 dias são todos significativamente superiores ao valor inicial (tempo zero). O aumento do pH no final do armazenamento com relação ao valor inicial foi de 4,0% para o pó armazenado nas duas embalagens. PEREIRA (2005) constatou que durante o armazenamento do tomate em pó a temperatura ambiente, os valores médios do pH não diferiram estatisticamente a 5% de significância.

Para a formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada no ciclone e acondicionada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, os valores do pH de 30 a 180 dias também são superiores ao valor inicial (tempo zero). O aumento do pH nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2 no final do armazenamento com relação ao valor inicial, foi de 6,8 e 7,5%, respectivamente. ARLINDO (2005) estudando o armazenamento do pimentão em pó a temperatura ambiente, observou aumento do pH com o tempo, sendo este aumento aos 100 dias de 1% na embalagem de polietileno e de 2,1% na embalagem laminada.

Tabela 4.28 – Valores médios do pH da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos dem

| Tempo de armazenamento (dia) | Câmara de secagem | | Ciclone | |
|------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | Laminada 1 | Laminada 2 | Laminada 1 | Laminada 2 |
| 0 | 4,56 f | 4,56 d | 4,41 c | 4,41 d |
| 30 | 4,78 b | 4,71 c | 4,71 a | 4,71 bc |
| 60 | 4,88 a | 4,81 a | 4,71 a | 4,76 a |
| 90 | 4,68 e | 4,69 c | 4,66 b | 4,69 c |
| 120 | 4,72 d | 4,70 c | 4,71 a | 4,72 b |
| 150 | 4,76 b | 4,74 b | 4,70 a | 4,73 b |
| 180 | 4,74 c | 4,74 b | 4,73 a | 4,74 b |
| MG | 4,73 | 4,71 | 4,66 | 4,67 |
| DMS | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 |
| CV (%) | 0,18 | 0,22 | 0,25 | 0,19 |

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Na Tabela 4.29 tem-se os valores médios do pH da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone e armazenada nos dois tipos de embalagem.

Para a formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1, nota-se que todos os valores do pH nos tempos de 30 a 180 dias são estatisticamente superiores ao valor inicial (tempo zero); enquanto na embalagem Laminada 2 apenas o valor de pH do tempo 180 dias não sofreu aumento significativo com relação ao tempo inicial. O aumento do pH do pó com 15% de maltodextrina coletado na câmara de secagem e armazenado nas duas embalagens no final do armazenamento com relação ao tempo inicial, foi de 1,89% para a embalagem Laminada 1 e de 0,43% para a embalagem Laminada 2.

Para a formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada no ciclone e armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, verifica-se que todos os valores dos tempos de 30 a 180 dias são estatisticamente maiores que o pH inicial; constata-se, então, nas duas embalagens, que entre o tempo zero, 30 e 60 dias deu-se aumento significativo do pH e entre 90 e 180 dias o pH permanece inalterado. O aumento do pH nas embalagens Laminada 1 e 2, foi no final do armazenamento, com relação ao início de 2,8 e 2,4%, respectivamente; esses valores são superiores ao encontrado por GOMES et al. (2004) ao armazenarem, sob temperatura ambiente, acerola em pó em sacos de polietileno, durante 60 dias, tendo verificado um aumento no pH de 0,60% no final do armazenamento.

Estes aumentos nos valores do pH nas amostras avaliadas neste estudo, ocorreram, provavelmente, devido à sua oxidação, provocada pela temperatura de armazenamento.

Tabela 4.29 – Valores médios do pH da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem

| Tempo de armazenamento (dia) | Câmara de secagem | | Ciclone | |
|------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | Laminada 1 | Laminada 2 | Laminada 1 | Laminada 2 |
| 0 | 4,68 d | 4,68 e | 4,63 d | 4,63 c |
| 30 | 4,78 ab | 4,72 bc | 4,73 c | 4,73 b |
| 60 | 4,80 a | 4,76 a | 4,79 a | 4,78 a |
| 90 | 4,74 c | 4,73 abc | 4,74 bc | 4,74 b |
| 120 | 4,74 c | 4,74 ab | 4,75 bc | 4,74 b |
| 150 | 4,74 c | 4,71 cd | 4,75 bc | 4,73 b |
| 180 | 4,77 b | 4,70 de | 4,76 b | 4,74 b |
| MG | 4.748 | 4,72 | 4,74 | 4,73 |
| DMS | 0.019 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| CV (%) | 0.17 | 0,20 | 0,22 | 0,19 |

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

4.6.6 – Luminosidade

Encontra-se, nas Tabela.C.57 a C.64 (Apêndice C) a análise de variância dos valores médios do parâmetro luminosidade (L^*) da formulação em pó com 10 e 15% de maltodextrina, acondicionada em dois tipos de embalagem (Laminada 1 e Laminada 2). Verifica-se, para a fonte de variação avaliada (tempo de armazenamento) que os resultados apresentam significância a nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Tem-se, na Tabela 4.30, os valores médios do parâmetro luminosidade (L^*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone e armazenada em dois tipos de embalagem laminada.

Observam-se, para a formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1, alterações da luminosidade durante os 180 dias de armazenamento, com tendência de redução significativa entre 90 e 180 dias. De acordo com BRAGA et al. (2005) a luminosidade em que, quanto mais próxima de 100, mais clara a amostra ou quanto mais próxima de zero mais escura a

amostra, é uma variável relacionada à porcentagem de radiação refletida pela amostra em comparação com o óxido de magnésio (100% de luminosidade) sob a ação de uma luz padrão incidente.

Para a formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2, houve tendência geral de redução da luminosidade com o tempo de armazenamento. Entre 0 e 30 dias ocorreu diminuição significativa da luminosidade; entre 30 e 90 dias não se observaram alterações significativas; entre 90, 120 e 150 dias existe diminuição significativa entre as médias; e entre 150 e 180 dias, a luminosidade não sofreu alteração. GOMES et al. (2004), ao estudarem o armazenamento da acerola em pó, embalada em sacos de polietileno durante 60 dias em temperatura ambiente, notaram que os valores médios de L^* (luminosidade) diminuíram de forma gradativa desde o início até o final do armazenamento.

As reduções da luminosidade (L^*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem, acondicionada nas embalagens Laminadas 1 e Laminada 2, no final do armazenamento (180 dias) com relação ao valor inicial, foram de 5,8 e 4,3%, respectivamente. ARLINDO (2005) também observou decréscimo nos valores da luminosidade das amostras de pimentão em pó com o tempo de armazenamento apresentando, aos 100 dias, reduções de 27,5% nas amostras acondicionadas em embalagem de polietileno e de 23,2% nas amostras na embalagem laminada.

Verifica-se, para a formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 1, que os valores médios do parâmetro luminosidade (L^*), diminuem significativamente com o tempo de armazenamento; por outro lado, para a formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 2 e apesar da tendência geral de redução da luminosidade com o tempo de armazenamento, entre o período de 0 e 30 dias e entre 90 e 120 dias, a luminosidade não sofreu alterações significativas.

As reduções da luminosidade (L^*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador, armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2 foram, no final do armazenamento e com relação ao valor inicial, iguais a 7,3 e 6,4%, respectivamente; este comportamento também foi verificado por ALEXANDRE (2005) durante o armazenamento da pitanga em pó em embalagem laminada, com diminuição da luminosidade de 10,7% aos 60 dias com relação ao início do armazenamento.

Tabela 4.30 – Valores médios do parâmetro luminosidade (L^*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem

| Tempo de armazenamento (dia) | Câmara de secagem | | Ciclone | |
|------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | Laminada 1 | Laminada 2 | Laminada 1 | Laminada 2 |
| 0 | 87,69 b | 87,69 a | 95,61 a | 95,61 a |
| 30 | 88,02 a | 86,98 b | 94,99 b | 95,34 a |
| 60 | 87,36 c | 86,42 b | 93,92 c | 93,40 b |
| 90 | 86,26 d | 86,72 b | 91,18 d | 92,47 c |
| 120 | 85,82 e | 85,57 c | 90,00 e | 92,21 c |
| 150 | 83,39 f | 83,58 d | 89,59 f | 90,99 d |
| 180 | 82,63 g | 83,88 d | 88,64 g | 89,47 e |
| MG | 85,88 | 85,83 | 91,99 | 92,78 |
| DMS | 0,23 | 0,69 | 0,40 | 0,40 |
| CV (%) | 0,10 | 0,29 | 0,15 | 0,15 |

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Na Tabela 4.31 estão os valores médios do parâmetro luminosidade (L^*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara e no ciclone do secador, armazenada em dois tipos de embalagem; comportamento semelhante ao da amostra da formulação em pó com 10% de maltodextrina também foi constatado para a formulação em pó com 15% de maltodextrina, em que o valor de L^* no tempo zero da amostra coletada no ciclone é maior que da amostra coletada na câmara, significando que a amostra coletada no ciclone é mais clara. Uma hipótese para este fato pode ser explicada em razão da amostra permanecer na câmara de secagem exposta a temperatura mais alta do que a amostra no ciclone, resultando em maior escurecimento.

Ao se comparar os valores iniciais de L^* da formulação em pó com 10% de maltodextrina com os da formulação em pó com 15% de maltodextrina, constata-se que a amostra com 15% de maltodextrina apresentou os maiores valores de L^* quando comparado com o mesmo local de coleta da amostra (câmara e ciclone) cujo comportamento era previsto em razão da concentração de maltodextrina ser maior, contribuindo, assim, para o clareamento da amostra.

Verifica-se, para a formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e acondicionada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, diminuição significativa da luminosidade (L^*) com o tempo de armazenamento; tais reduções da luminosidade (L^*) no final do armazenamento com relação ao valor inicial, foram de 6,5 e 8,0% nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, respectivamente. A menor alteração da luminosidade na embalagem Laminada 1 se deve, provavelmente, à menor permeabilidade ao vapor d'água; comportamento semelhante foi observado por BRAGA et al. (2005) que também verificaram reduções da luminosidade em cogumelos desidratados com o tempo de armazenamento, sendo que o decréscimo de L foi maior nas embalagens mais permeáveis ao vapor d'água, tendo-se justificado que as maiores reações de escurecimento (diminuição de L) ocorreram em razão de reações não-enzimáticas induzidas pelo aumento da atividade de água.

A luminosidade (L^*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada no ciclone e acondicionada na embalagem Laminada 1, apresentou tendência de redução com o tempo de armazenamento; entretanto, entre os tempos de 60 e 90 dias a luminosidade se manteve inalterada.

Na formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada no ciclone e acondicionada na embalagem Laminada 2, tem-se que a luminosidade (L^*) também indicou tendência de redução com o tempo de armazenamento, mas entre 120 e 150 dias, a luminosidade se manteve estável.

As reduções da luminosidade (L^*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada no ciclone do secador e armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2 foram, no final do armazenamento e com relação ao valor inicial, de 6,2 e 5,3%, respectivamente. GALDINO (2003) observou que os valores médios do parâmetro luminosidade (L^*) do umbu em pó, armazenado em embalagem laminada durante 60 dias, diminuiu 2,07% com relação ao início do armazenamento.

Tabela 4.31 – Valores médios da luminosidade (L^*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem

| Tempo de armazenamento (dia) | Câmara de secagem | | Ciclone | |
|---------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | Laminada 1 | Laminada 2 | Laminada 1 | Laminada 2 |
| 0 | 93,75 a | 93,75 a | 95,95 a | 95,95 a |
| 30 | 92,61 b | 92,62 b | 95,40 b | 95,37 b |
| 60 | 91,04 c | 91,12 c | 94,00 c | 93,88 c |
| 90 | 89,97 e | 90,40 d | 93,72 c | 92,87 d |
| 120 | 90,57 d | 90,08 e | 93,32 d | 92,22 e |
| 150 | 89,19 f | 88,61 f | 91,50 e | 91,90 e |
| 180 | 87,69 g | 86,23 g | 89,98 f | 90,85 f |
| MG | 90,69 | 90,40 | 93,41 | 93,29 |
| DMS | 0,23 | 0,28 | 0,36 | 0,41 |
| CV (%) | 0,09 | 0,11 | 0,14 | 0,16 |

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Todas as amostras avaliadas apresentaram reduções na luminosidade no final do armazenamento, variando entre 4,3 e 8,0%, significando que houve tendência das amostras ao escurecimento com o tempo de armazenamento, uma vez que a escala da luminosidade mede o quanto a cor varia do branco ($L^*=100$) ao preto ($L^*=0$). Os valores de L^* correspondentes aos 180 dias variaram entre 82,23 e 90,85 significando que, apesar das reduções dos valores no final do armazenamento, ainda são muito próximos de 100, indicando que as amostras não atingiram uma faixa de grande escurecimento, o que foi visualmente constatado durante as análises das amostras observando-se apenas perda do brilho.

4.6.7 - Intensidade de vermelho (+a*)

Encontram-se, nas Tabelas de C.65 a C.62 (Apêndice C) as análises de variância dos valores médios do parâmetro intensidade de vermelho (+a*) das formulações em pó com 10 e 15% de maltodextrina, acondicionadas em dois tipos de embalagem (Laminada 1

e Laminada 2) cujos resultados apresentam significância a nível de 1% de probabilidade pelo teste F para o fator tempo.

Na Tabela 4.32, se encontram os resultados dos valores médios do parâmetro intensidade de vermelho (+a*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara e no ciclone do secador, armazenada em dois tipos de embalagem.

Para a formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e acondicionada na embalagem Laminada 1, observa-se tendência de redução da intensidade de vermelho (+a*) com o tempo de armazenamento e, também, entre os tempos 0, 30, 60 e 90 dias houve uma diminuição significativa de +a*, entre 90 e 120 dias a intensidade de vermelho ficou estável, entre 120 e 150 dias a intensidade de vermelho voltou a diminuir e entre 150 e 180 dias ocorreu um aumento isolado o qual, em relação aos períodos de zero a 60 dias, se trata de redução.

Para a formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e acondicionada na embalagem Laminada 2, nota-se que houve uma redução da intensidade de vermelho (+a*) nos períodos de 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias em relação ao valor inicial (tempo zero). Constata-se, que entre 0 e 30 dias, que ocorreu redução significativa da +a*; entre 30, 60 e 90 dias não existem diferenças significativas entre as médias de +a*, entre 120, 150 e 180 dias também não há diferenças significativas entre as médias de +a*.

As reduções dos valores médios da intensidade de vermelho (+a*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2 foram, no final do armazenamento, com relação ao valor inicial, respectivamente, de 45,3 e 36,7%; percentual inferior foi encontrado por PEREIRA et al. (2006) ao estudarem o armazenamento do tomate em pó acondicionado em embalagem de polietileno de baixa densidade (espessura = 0,7 μm) durante 60 dias verificando-se que os valores médios da intensidade de vermelho (+a*) diminuíram com o tempo de armazenamento atingindo, aos 60 dias, uma redução de 12,31% quanto ao valor inicial.

Para a formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada no ciclone e acondicionada na embalagem Laminada 1, nota-se tendência de redução da intensidade de vermelho (+a*) com o tempo de armazenamento; entretanto, entre os tempos de 90 e 120 dias, entre 120 e 150 dias e entre 150 e 180 dias, não existem diferenças significativas entre os valores médios de +a*.

Para a formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada no ciclone e acondicionada na embalagem Laminada 2, vê-se que a intensidade de vermelho (+a*) também apresenta tendência de redução com o tempo de armazenamento. Entre o tempo inicial e 30 dias não se constatou alteração significativa de +a* e entre 90, 120 e 150 dias também não ocorrem diferenças significativas entre os valores médios de +a*.

As reduções dos valores médios da intensidade de vermelho (+a*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada no ciclone e acondicionada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2 foram, no final do armazenamento e com relação ao valor inicial, de 74,1 e 83,8%, respectivamente; esses percentuais foram muito superiores aos das amostras com 10% de maltodextrina coletadas na câmara de secagem em razão, talvez do tamanho das partículas coletada no ciclone serem menores, alterando mais a cor do que as partículas maiores. DU & AHN (2000) também verificaram redução do valor de +a* e +b* com o tempo de armazenamento para gema de ovo em pó armazenada durante 90 dias a temperatura ambiente, justificando a possível destruição dos pigmentos em razão da oxidação da amostra.

Tabela 4.32 – Valores médios do parâmetro intensidade de vermelho (+a*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem

| Tempo de armazenamento (dia) | Câmara de secagem | | Ciclone | |
|---------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | Laminada 1 | Laminada 2 | Laminada 1 | Laminada 2 |
| 0 | 16,69 a | 16,69 a | 12,61 a | 12,61 a |
| 30 | 15,23 b | 13,96 b | 11,11 b | 11,55 a |
| 60 | 10,70 c | 12,08 bc | 8,25 c | 6,38 b |
| 90 | 9,12 d | 13,13 b | 4,61 d | 4,86 c |
| 120 | 9,24 d | 10,04 cd | 4,37 de | 4,57 c |
| 150 | 8,02 e | 9,45d | 3,68 ef | 5,55 bc |
| 180 | 9,13 d | 10,56 cd | 3,27 f | 2,04 d |
| MG | 11,16 | 12,27 | 6,84 | 6,79 |
| DMS | 0,80 | 2,38 | 0,70 | 1,18 |
| CV (%) | 2,56 | 6,96 | 3,66 | 6,25 |

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Encontram-se, na Tabela 4.33, os resultados dos valores médios do parâmetro intensidade de vermelho (+a*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara e no ciclone do secador, e armazenada em dois tipos de embalagem.

Para a formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e acondicionada na embalagem Laminada 1, deu-se redução significativa dos valores médios do parâmetro intensidade de vermelho (+a*) nos tempos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias, em relação ao valor inicial. Constata-se que, entre 120, 150 e 180 dias não existem diferenças significativas entre as médias de +a*, ficando a amostra estável entre esses tempos.

Para a formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e acondicionada na embalagem Laminada 2, o parâmetro intensidade de vermelho (+a*) apresentou tendência de redução com o tempo de armazenamento. Nos primeiros 30 dias de armazenamento não ocorreu alteração da intensidade de vermelho, a partir deste tempo houve redução de +a* em relação ao valor inicial; constata-se, ainda, que nos tempos de 90, 120 e 150 dias não existe diferença significativa entre as médias, permanecendo inalterada a intensidade de vermelho.

As reduções da intensidade de vermelho (+a*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2 foram, no final do armazenamento e com relação ao valor inicial, de 57,0 e 60,8%, respectivamente.

A intensidade de vermelho (+a*), da formulação em pó obtida no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 1, apresentou tendência de redução com o tempo de armazenamento. Verifica-se que entre o tempo zero e 90 dias, os valores de +a* diminuíram significativamente, entretanto, no período entre 90 e 150 dias e entre 150 e 180 dias não existem diferenças significativas entre os valores médios de +a*.

Para a formulação em pó obtida no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 2, o parâmetro intensidade de vermelho (+a*) apresentou tendência de redução com o tempo de armazenamento, enquanto nos primeiros 30 dias de armazenamento não se constatou alteração significativa de +a* mas os valores médios dos tempos de 60 a 180 dias apresentaram redução significativa de +a* em quanto ao valor inicial.

As reduções da intensidade de vermelho (+a*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2 foram, no final do armazenamento, com relação ao valor inicial, de 53,3 e 70,4%, respectivamente. PEREIRA (2006) também notou diminuição da intensidade de

vermelho durante o armazenamento do tomate em pó, atingindo o percentual de 12,3% no final do armazenamento. ALEXANDRE et al. (2004) relataram que a diminuição do parâmetro +a* implica na redução da cor vermelha, que pode ser atribuída à oxidação da amostra.

Tabela 4.33 – Valores médios do parâmetro intensidade de vermelho (+a*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem

| Tempo de armazenamento (dia) | Câmara de secagem | | Ciclone | |
|------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | Laminada 1 | Laminada 2 | Laminada 1 | Laminada 2 |
| 0 | 13,52 a | 13,52 a | 11,37 a | 11,37 a |
| 30 | 11,64 b | 12,67 a | 9,57 b | 11,40 a |
| 60 | 7,95 c | 7,61 b | 6,18 c | 5,73 b |
| 90 | 5,41 e | 6,28 c | 4,43 de | 3,96 cd |
| 120 | 6,07 d | 6,46 c | 4,19 e | 4,51 c |
| 150 | 6,28 d | 7,02 bc | 4,87 de | 5,331 b |
| 180 | 5,81 de | 5,30 d | 5,31 cd | 3,37 d |
| MG | 8,10 | 8,41 | 6,56 | 6,52 |
| DMS | 0,50 | 0,87 | 1,01 | 0,74 |
| CV (%) | 2,21 | 3,72 | 5,54 | 4,07 |

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Como se esperava, os valores de +a* no tempo zero da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, foram inferiores aos da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, respectivamente; este comportamento se deve à maior concentração de maltodextrina, que deixa a formulação com uma intensidade menor da cor vermelha.

4.6.9 - Intensidade de amarelo (+b)

Nas Tabelas C.73 a C.78 (Apêndice C) se acham as análises de variância dos valores médios do parâmetro intensidade de amarelo (+b*) das formulações em pó com 10 e 15% de maltodextrina, coletadas na câmara de secagem e no ciclone e acondicionadas em dois tipos de embalagem (Laminada 1 e Laminada 2). Observa-se que os valores da intensidade de amarelo (+b*) apresentaram significância a 1% de probabilidade pelo teste F para a fonte de variação tempo.

Na Tabela 4.34, se encontram os resultados dos valores médios do parâmetro intensidade de amarelo (+b*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida na câmara e no ciclone do secador e armazenada em dois tipos de embalagem.

Os valores médios do parâmetro intensidade de amarelo (+b*), da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1, diminuíram significativamente com o tempo de armazenamento, cujo comportamento é contrário ao encontrado por STAPELFELDT et al. (1997) que relataram aumento do parâmetro +b*, o qual implica no aumento da cor amarela para o leite em pó, durante os 63 dias de armazenamento.

Para a formulação em pó obtida na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2, o parâmetro intensidade de amarelo (+b*) apresentou tendência de diminuição com o tempo de armazenamento mas, entre os tempos de 60 e 90 dias, a intensidade de amarelo (+b*) permaneceu inalterada e entre 120 e 180 dias não se verifica diferença significativa entre as médias.

As reduções da intensidade de amarelo (+b*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2 foram, no final do armazenamento, com relação ao valor inicial, de 38,6 e 37,5%, respectivamente, comportamento este semelhante porém com percentual inferior, observado por PEREIRA et al. (2006) ao armazenarem a temperatura ambiente tomate em pó, acondicionado em embalagens de polietileno de baixa densidade (espessura 0,7 µm), tendo-se constatado uma diminuição de 9,81% da intensidade de amarelo (+b*) ao final de 60 dias de armazenamento.

Para a formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada no ciclone do secador, acondicionada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, observa-se que o parâmetro intensidade de amarelo (+b*) apresentou tendência de diminuição com o tempo de armazenamento, enquanto nos primeiros 30 dias de armazenamento não houve alteração

da intensidade de amarelo nas duas embalagens; entre 90, 120 e 150 dias e entre 150 e 180 dias constata-se, nas duas embalagens, que as médias de +b* são estatisticamente iguais.

As reduções da intensidade de amarelo da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2 foram, no final do armazenamento, com relação ao valor inicial, de 52,4 e 61,6%, respectivamente.

Tabela 4.34 – Valores médios da intensidade de amarelo (+b*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem

| Tempo de armazenamento (dia) | Câmara de secagem | | Ciclone | |
|------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | Laminada 1 | Laminada 2 | Laminada 1 | Laminada 2 |
| 0 | 25,38 a | 25,38 a | 13,53 a | 13,53 a |
| 30 | 24,31 b | 21,63 b | 12,44 a | 13,42 a |
| 60 | 19,34 c | 19,28 c | 10,90 b | 9,77 b |
| 90 | 18,01 d | 18,99 c | 7,84 c | 7,64 c |
| 120 | 16,85 e | 15,73 d | 7,92 c | 7,44 c |
| 150 | 14,04 g | 14,23 e | 7,34 cd | 6,53 cd |
| 180 | 15,58 f | 15,87 d | 6,44 d | 5,20 d |
| MG | 19,07 | 18,73 | 9,49 | 9,08 |
| DMS | 0,95 | 1,49 | 1,12 | 1,57 |
| CV (%) | 1,78 | 2,86 | 4,23 | 6,19 |

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Na Tabela 4.35 tem-se os valores médios da intensidade de amarelo (+b*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e no ciclone do secador e armazenada em dois tipos de embalagem.

Para a formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1, a intensidade de amarelo (+b*) apresentou tendência de redução com o tempo de armazenamento; por outro lado, deu-se diminuição significativa de +b*; entre os tempos de 0 a 150 dias e entre 150 e 180 dias não houve alterações significativas; contrariamente, ALEXANDRE (2005) verificou que para a

intensidade de amarelo da pitanga em pó acondicionada em embalagem laminada, durante o armazenamento a temperatura ambiente se manteve estável.

Para a formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2, a intensidade de amarelo (+b*) também indicou tendência de redução com o tempo de armazenamento, diminuindo significativamente entre 0 e 90 dias e entre 150 e 180 dias.

As reduções da intensidade de amarelo (+b*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, obtida na câmara de secagem e armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2 foram, no final do armazenamento, com relação ao valor inicial, de 41,3% e 53,9%, respectivamente.

Na formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 1, observa-se que a intensidade de amarelo (+b*) apresentou tendência de diminuição com o tempo de armazenamento mais entre os tempos de 60 e 90 dias e entre 120, 150 e 180 dias não existem diferenças significativas entre as médias de +b*, permanecendo inalterada a intensidade de amarelo nesses tempos. SILVA et al. (2005a) não verificaram alteração de +b* durante 60 dias de armazenamento a temperatura ambiente, do umbu-cajá em pó acondicionado em embalagem laminada.

Para a formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 2, também se nota tendência de redução da intensidade de amarelo (+b*) com o tempo de armazenamento e que, nos primeiros 30 dias, não houve alteração de +b*; com relação aos tempos de 60 a 180 dias, observa-se que estes apresentaram valores significativamente menores que os dois tempos iniciais; entre os tempos de 90 a 180 dias não existem diferenças significativas entre os valores médios de +b*.

As reduções da intensidade de amarelo (+b*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada no ciclone e armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2 foram, no final do armazenamento, com relação ao valor inicial, de 51,1% e 41,1%, respectivamente.

Em todas as amostras houve tendência de redução da intensidade de amarelo com o tempo de armazenamento; esta redução do parâmetro +b* significa que a amostra se tornou menos amarela; uma provável explicação para este comportamento é que, como na formulação existe um percentual de polpa de umbu-cajá, principal responsável pelo conteúdo de ácido ascórbico e como visto em item anterior, ocorreu degradação do ácido

ascórbico com o tempo de armazenamento; esta diminuição de +b* se deu, provavelmente, à oxidação do ácido ascórbico.

Tabela 4.35 – Valores médios da intensidade de amarelo (+b*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina coletada na câmara de secagem e no ciclone, armazenada em dois tipos de embalagem

| Tempo de armazenamento (dia) | Câmara de secagem | | Ciclone | |
|---------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | Laminada 1 | Laminada 2 | Laminada 1 | Laminada 2 |
| 0 | 18,08 a | 18,08 a | 12,71 a | 12,71a |
| 30 | 16,18 b | 16,948 b | 11,46 b | 11,39 a |
| 60 | 13,62 c | 14,56 c | 8,70 c | 8,14 b |
| 90 | 11,75 d | 10,50 e | 8,86 c | 6,01 c |
| 120 | 11,01 e | 11,01 d | 6,82 d | 6,58 bc |
| 150 | 10,19 f | 10,43 e | 6,44 d | 6,41 c |
| 180 | 10,62 ef | 8,33 f | 6,22 d | 7,48 bc |
| MG | 13,06 | 12,83 | 8,74 | 8,39 |
| DMS | 0,53 | 0,48 | 0,83 | 1,58 |
| CV (%) | 1,46 | 1,33 | 3,42 | 6,74 |

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Comprova-se, ainda, ao se comparar os valores no tempo zero da intensidade de amarelo com a intensidade de vermelho, como esperado, que +b* possui valores superiores aos valores de +a* quando comparado com mesmo tipo de amostra (10 ou 15% de maltodextrina) coletado no mesmo local (câmara ou ciclone). Isto significa que a cor predominante nas formulações em pó é amarela.

5 – CONCLUSÕES

Caracterização da polpa de umbu-cajá integral

- Os resultados da caracterização físico-química da polpa umbu-cajá em valores médios, foram 89,55% para umidade; 10,45% para os sólidos totais; 2,52 para pH; 12,00 °Brix para sólidos solúveis totais; 0,41%, para cinzas; 13,53 mg/ 100 g para ácido ascórbico; 2,04% de ácido cítrico para acidez total titulável e 7,22% de glicose para açúcares redutores.

Caracterização do leite de cabra

- Densidade, cinzas, acidez total titulável e lactose do leite de cabra utilizado, estão dentro dos padrões estabelecidos pela legislação. O teor dos sólidos não-gordurosos ficou abaixo do valor mínimo estabelecido na legislação.

- Obtiveram-se, para o leite de cabra, valores médios de 9,55% para o extrato seco total; 6,77 para o pH; 8,25 °Brix para os sólidos solúveis totais e 3,21% para o teor de lipídios.

Caracterização das formulações com 10% e 15% de maltodextrina

- Os valores médios da umidade, sólidos totais, pH, sólidos solúveis totais, ácido ascórbico, acidez total titulável e açúcares redutores, foram estatisticamente diferentes entre as soluções das formulações com 10 e 15% de maltodextrina. Os valores das cinzas foram estatisticamente iguais.

Viscosidades da polpa de umbu-cajá integral e das soluções formuladas

- As viscosidades aparentes da polpa de umbu-cajá integral e das soluções com 10 e 15% de maltodextrina em todas as temperaturas avaliadas, diminuíram com o aumento da velocidade de rotação.

Isotermas de adsorção de umidade das formulações em pó

- Em todas as temperaturas avaliadas e em todas as amostras em pó, a umidade de equilíbrio aumentou com o aumento da atividade de água.
- De maneira geral, o modelo de Peleg foi o que melhor se ajustou as isotermas de adsorção de umidade das amostras em pó.

Armazenamento das amostras em pó

- Durante o armazenamento das amostras em pó a umidade e o pH apresentaram tendência de aumento com o tempo de armazenamento; a acidez total titulável indicou tendência à estabilidade e o ácido ascórbico, os açúcares redutores e os parâmetros de cor (luminosidade, intensidade de vermelho e intensidade de amarelo) apresentaram tendência de redução, com o tempo de armazenamento.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L. R. **Leite e derivados: caracterização físico-química, qualidade e legislação**. Lavras: FAEPE, 2005. 151 p.

ABRAMOVIC, H.; KLOFUTAR, C. Water adsorption isotherms of some maltodextrin samples. **Acta Chimica Slovenica**, Ljubljana, v. 49, n. 4, p. 835-844, 2002.

ABURTO, L. C.; TAVARES, D. Q.; MARTUCCI, E. T. Microencapsulação de óleo essencial de laranja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 45-48, 1998.

ADAMIEC, J.; MARCINIAK, E. Microencapsulation of oil/matrix/water system during spray drying process. In: INTERNATIONAL DRYING SYMPOSIUM (IDS), 14., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Unicamp, 2004. CD.

ALDRIGUE, M. L. Vitamina C. In: ALDRIGUE, M. L.; MADRUGA, M. S.; FIOREZE, R.; SOARES, J. **Aspectos da ciência e tecnologia de alimentos**. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB/Idéia, 2003. v. 2, cap. 6, p. 261-285.

ALEXANDRE, D.; CUNHA, R. L.; HUBINGER, M. D. Preservation of the assai pulp through the application of obstacles. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 114-119, 2004.

ALEXANDRE, H. F. **Secagem da polpa de pitanga e armazenamento do pó**. 2005. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

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.

ALVES, R. M. V.; BORDIN, M. R. Shelf-life prediction of instant coffee by mathematic method. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 19-24, 1998.

ALVES, M. M. M. A reologia. In: CASTRO, A. G. **A química e a reologia no processamento dos alimentos**. Lisboa: Instituto PIAGET, 2003. cap.2, p. 37-61.

ANSELMO, G. C. S.; CAVALCANTI MATA, M. E. R. M.; ARRUDA, P. C.; SOUSA, M. C. Determinação da higroscopicidade do cajá em pó por meio da secagem por atomização. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 58-65, 2006.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16. ed. Maryland: AOAC, 1997. 1141 p.

ARLINDO, D. M. **Armazenabilidade de pimentão em pó**. 2005. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

AROGBA, S. S. Effect of temperature on the moisture sorption isotherm of a biscuit containing processed mango (*Mangifera indica*) kernel flour. **Journal Food Engeneering**, Essex, v. 48, n. 2, p. 121-125, 2001.

ASCHERI, D. P. R. Estudo das características de absorção de água e da estabilidade das microcápsulas de óleo essencial de laranja na seleção de material de parede. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 367-373. 1999.

ASCHERI, D. P. R.; MARQUEZ, M. O. M.; MARTUCCI, E. T. Microencapsulação de óleo essencial de laranja: seleção de material de parede. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. supl., p. 1-6, 2003.

ASSUNÇÃO, A. B.; MENDONÇA, N. B.; ALMEIDA, M. D. C.; PENA, R. S. Hygroscopic behavior of the powdered açai (*Euterpe oleracea*). In: MERCOSUR CONGRESS ON CHEMICAL ENGINEERING (ENPROMER), 2., 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ. CD.

ASTOLFI-FILHO, Z.; SOUZA, A. C.; REIPERT, E. 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.

BERISTAIN, C. I.; AZUARA, E.; VERNON-CARTER, E. J. Effect of water activity on the stability to oxidation of spray-dried encapsulated orange peel oil using mesquite gum (*Prosopis Juliflora*) as wall material. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, n. 1, p. 206-211, 2002.

BOBBIO, F.; BOBBIO, P. **Química do processamento de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Varela, 1995. 151 p.

BORGES, C. H. P.; BRESSLAU, S. Produção de leite de cabra em confinamento In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DO NORDESTE, 6., 2002, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: PECNORDESTE, 2002. p. 1-16.

BRANDÃO, M. C. C.; MAIA, G. A.; LIMA, D. P.; PARENTE, E. J. S.; CAMPELLO, C. C.; NASSU, R. T.; FEITOSA, T.; SOUSA, P. H. M. Análise físico-química, microbiológica e sensorial de frutos de manga submetidos à desidratação osmótico-solar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 38-41, 2003.

BRAGA, G. C.; BIAGI, J. D.; SALIBE, A. B.; VALENTINI, S. R. T.; VICENTE, E. Variações de cor e atividade de água em *Agaricus blazei* desidratado e armazenado em diferentes embalagens plásticas. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 83-87, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução normativa n.º 37, de 31 de outubro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite de Cabra. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 8 nov. 2000a. Seção 1, p. 23.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução normativa n.º 1, de 7 de janeiro de 2000. Estabelece o Regulamento Técnico para a Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para a Polpa de Fruta. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2000b. Seção 1, p. 54-56.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos químicos e físico-químicos para análises de alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1017 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA). **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: II - Métodos físicos e químicos**. Brasília: Ministério da Agricultura, 1981. 188 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n.º 287, de 19 de outubro de 2006. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite em Pó Modificado. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 out. 2006. Seção 1, p. 10.

CABRAL, M. F. P.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Comportamento reológico da polpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum.) peneirada. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 37-40, 2002.

CABRAL, R. A. F.; TELIS-ROMERO, J.; TELIS, V. R. N.; GABAS, A. L.; FINZER, J. R. D. Effect of apparent viscosity on fluidized bed drying process parameters of guava pulp. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 80, n. 4, p. 1096-1106, 2007.

CAMPOS, L. R.; TREPTOW, R. O.; SOARES, G. J. D. Influência da inertização com nitrogênio na vida de prateleira de leite em pó integral acondicionado em embalagens metalizadas flexíveis. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 2, n. 2, p. 130-137. 1998.

CAPRISTE, G.H.; ROTSTEIN, E. Prediction of sorption equilibrium data for starch-containing foodstuffs. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 47, n. 5, p. 1501-1507, 1982.

CAVALCANTE, A. S. R. R. M.; CAVALVANTE MATA, M. E. R. M.; DUARTE, M. E. M.; MEDEIRO, S. S. A. Isothermas de equilíbrio higroscópico de umbu em pó: parâmetro para escolha do tipo de embalagem. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFCG, 2., 2005, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: UFCG/CNPq, 2005. CD.

CAVALCANTI MATA, M. E. R. M.; CAVALCANTI, A. S. R. R. M.; DUATE, M. E. M. Calor latente de vaporização de umbu em pó microencapsulado com maltodextrina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS, 1., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2005. CD.

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).

CIAMPONE, S.; BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. Comportamento higroscópico de produto dietético em pó a base de soro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (CBCTA), 18., 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CBCTA, 1998. CD.

CORAZZA, F. C.; NEITZEL, I.; SILVA, E. A. Modelagem de secador do tipo estrela: uma aplicação industrial. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 133-140, 2003.

COSTA, G. A.; SOUZA, E. O.; SILVA, S. M.; MEDEIROS, E. C. O.; SANTOS, A. F.; BARBOSA, J. A.; SILVA, R. A. R. Conservação pós-colheita de cajá armazenado com recobrimentos biodegradáveis e atmosfera modificada. . In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS (SBPCFT), 1., 2005, João Pessoa. **Anais...**, João Pessoa: UFPB, 2005. CD.

COSTA, J. M. C.; MEDEIROS, M. F. D.; MATA, A. L. M. L. Isotermas de adsorção de pós de beterraba (*Beta vulgaris* L.), abóbora (*Cucurbita moschata*) e cenoura (*Daucus carota*) obtidos pelo processo de secagem em leito de jorro: estudo comparativo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 34, n. 1, p. 5-9, 2003.

DAK, M.; VERMA, R. C.; JAAFFREY, S. N. A. Effect of temperature and concentration on rheological properties of “Kesar” mango juice. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 80, n. 4, p. 1011–1015, 2007.

DINIZ, A. C. P.; LUIZ, M. B.; GONZAGA, L. V.; MEIER, M. M.; SZPOGANICZ, B.; FETT, R. Comportamento da beta-ciclodextrina adicionada ao leite de cabra submetido ao processo de desidratação por "spray-dryer". **Ciência Tecnologia de alimentos**, Campinas, n. 25, v. 2, p. 197-201, 2005.

DRUNKLER, D. A.; FETT, R.; LUIZ, M.T.B. Utilização de betaciclodextrina na minimização do "sabor caprino" do iogurte de leite de cabra. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 13-22, 2001.

DU, M.; AHN, D. U. Effects of antioxidants and packaging on lipid and cholesterol oxidation and color changes of irradiated egg yolk powder. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 65, n. 4, p. 625-629, 2000.

EVANGELISTA, I. **Tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1992. 652 p.

FAO. **Quaterly Bulletin of Statistic**, Roma, 2005. (FAO Database 2006). Disponível em: <<http://www.fao.org>> . Acesso em: 23 maio. 2007.

FERNANDES, L. F.; TOMAZ, H. V. Q.; VIEIRA, M. R. S.; ANDRADE, J. C.; MEDEIROS, D. C.; TOMAZ, H. V. Q.; ALVES, S. S. V. A.; QUEIROZ, R. S. Análise sensorial da polpa da cajarana produzida na região de Mossoró – RN. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS (SBPCFT), 1., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2005. CD.

FERREIRA, J. C.; CAVALCANTE MATA, M. E. R. M.; BRAGA, M. E. D. Análise sensorial da polpa de umbu submetida a congelamento inicial em temperaturas criogênicas e armazenada em câmaras frigoríficas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 7-17, 2000.

FERREIRA, G. M.; QUEIROZ, A. J. M.; GASPARETTO, R. C. C. A. Efeito da temperatura no comportamento reológico das polpas de caju e goiaba. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 4, n. 2, p. 176-184. 2002.

FERREIRA NETO, C. J. **Avaliação do comportamento das farinhas de mandioca seca (*Manihot esculenta* Crantz) e temperadas durante o armazenamento.** 2002. 111 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

FERREIRA, C. D.; PENA, R. S. Comportamento higroscópico da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 251-255, 2003.

FIGUEIRÊDO, R. M. F.; GRANDIN, A.; MARTUCCI, E. T. Armazenamento do suco de acerola microencapsulado. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2001.

FIGUEIREDO, R. **Princípios de secagem de produtos biológicos.** João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 2004. 229 p.

FREITAS, D. G. C.; MORETTI, R. H. Barra de cereais a base de proteína texturizada de soja, gérmen de trigo e aveia: estabilidade de vitaminas e enzimática durante armazenamento. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 55, n. 3, p. 299-304, 2005.

GABAS, A. L. **Secagem de uva Itália em leito fixo** . 1998. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

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**, Essex, v. 82, n. 2, p. 246-252, 2007.

GALDINO, P. O. **Desidratação de polpa de umbu.** 2003. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

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.

GARCIA, E. E. C.; PADULA, M.; SARANTÓPULOS, C. I. G. L. **Embalagens plásticas: propriedade de barreira**. Campinas: ITAL, 1989. 44 p.

GARCÍA-PÉREZ, J. V.; CÁRCEL, J. A.; CLEMENTE, G.; MULET, A. Water sorption isotherms for lemon peel at different temperatures and isosteric heats. **Food Science and Technology**, London, p. 1-8, 2007.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 1998. 284 p.

GIACOMETTI, D. C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1., 1992, Cruz das Almas. **Anais...** Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1993. p. 13-27.

GOMES, J. E.; PERECIN, D.; MARTINS, A. B. G.; FONTES, S. R. Comportamento de propriedades físicas, químicas e reológicas do suco de acerola armazenado a baixa temperatura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 296-300, 2001.

GOMES, P. M. A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Caracterização e isoterma de adsorção de umidade da polpa de acerola em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 157-165, 2002.

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, n. 3. p. 384-389, 2004.

GOUVEIA, D. S.; UGULINO, S. M. P.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; TORRES, E. K. Caracterização físico-química da polpa de graviola integral e com leite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS (SBPCFT), 1., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2005. CD.

GRANJEIRO, A. L. **Reologia da polpa de figo-da-índia**. 2004. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

GUERRA, R. B.; NEVES, E. C. A.; PENA, R. S. Caracterização e processamento de leite bubalino em pó em secador por nebulização. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 443-447, 2005.

GURJÃO, K. C. O. **Desenvolvimento, armazenamento e secagem de tamarindo (*Tamarindus indica* L.)**. 2006. 142 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

HAMINIUK, C. W. I.; SIERAKOWSKI, M. R.; VIDAL, J. R. M. B.; MASSON, M. L. Influence of temperature on the rheological behavior of whole araçá pulp (*Psidium cattleianum* Sabine). **Food Science and Technology**, London, v. 39, n. 4, p. 426-430, 2006.

HOSSAIN, M. D.; BALA, B. K.; HOSSAIN, M. A.; MONDOL, M. R. A. Sorption isotherms and heat of sorption of pineapple. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 48, n. 2, p. 103-107, 2001.

IGLESIAS, O.; BUENO, J. L. Water agar-agar equilibrium: determination and correlation of sorption isotherms. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 34, n. 3, p. 209-216, 1999.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal**, Rio de Janeiro, v.32, p.1-35, 2004.

KAYMAK-ERTEKIN, F.; SULTANOGLU, M. Moisture sorption isotherm characteristics of peppers. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 47, n. 3, p. 225-231, 2001.

KUMAR, P.; MISHRA, H. N. Moisture sorption characteristics of mango–soy–fortified yogurt powder. **International Journal of Dairy Technology**, Huntingdon, v. 59, n. 1, p. 22-28, 2006.

LAHSASNI, S.; KOUHILA, M.; MAHROUZ, M.; KECHAOU, N. Experimental study and modelling of adsorption and desorption isotherms of prickly pear peel (*Opuntia ficus indica*). **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 55, n. 3, p. 201–207, 2002.

LE JAOUEN, J. C. Milking and the technology of milk and milk products. In: GALL, C. **Goat production**. London: Academic Press, 1981. p. 345-377.

LEITE, J. T. C.; PARK, K. J.; RAMALHO, J. R. P. Rheological characterization for different phases of inulin extract from chicory roots, obtained through temperature reduction. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 202-210, 2004.

LEWICKI, P. P. The applicability of the GAB model to food water sorption isotherms. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 32, n. 6, p. 553-557, 1997.

LIMA, E. D. P. A.; LIMA, C. A. A.; ALDRIGUE, M. L.; GONDIM, P. J. S. Caracterização física e química dos frutos do 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.

LOUREDO, N. L. **Desidratação da polpa de buriti e armazenamento do produto seco**. 2006. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

MACHADO, E. S.; SILVA JUNIOR, J. J.; SOARES, D. M. L. B.; CARVALHO, A. L.; RITZINGER, R. Caracterização de populações de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) com base na morfologia e parâmetros físico-químicos dos frutos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS (SBPCFT), 1., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2005. CD.

MAIA, G. A.; RITTER, U. G.; FIGUEIREDO, R. W.; OLIVEIRA, G. S. F.; GASPAR JUNIOR, J. C.; MONTEIRO, J. C. S. Obtenção e avaliação de bebida de baixa caloria à base de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, n. 34, n. 2, p. 233–240, 2003.

MARINELLI, P. S.; FROLLINI, E.; DI BERNARDO, L.; DI BERNARDO, A. S. Emprego de amidos de milho catiônico comum e híbrido como auxiliares de coagulação/floculação. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27., 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: AIDIS/ABES, 2000.

MASTERS, K. **Spray drying handbook**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons Inc, 1979. 687 p.

MATSUURA, F.C.A.U.; ROLIM, R. B. Avaliação da adição de suco de acerola em suco de abacaxi visando à produção de um “blend” com alto teor de vitamina C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 139-141. 2002.

MEDEIROS, S. S. A. **Obtenção de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) para umbuzada: processamento e caracterização do pó**. 2004. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

MEDEIROS, J. M.; TABOSA, I. M.; SIMÕES, S. V. D.; NÓBREGA JUNIOR, J.E.; VASCONCELOS, J. S.; CORREA, F. R. Mortalidade perinatal em cabritos no semi-árido da Paraíba. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 4, p. 201-206, 2005.

MEDEIROS, M. L.; AYROSA, A. M. I. B.; PITOMBO, R. N. M.; LANNES, S. C. S. Sorption isotherms of cocoa and cupuassu products. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 73, n. 4, p. 402–406, 2006.

MELO, W. V.; SOUSA, F. R.; M, A. B.; VASCONCELOS, P. M. Características físico-química do cajá-imbu (*Spondias* sp.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19., Recife. **Anais...** Recife: SBCTA, 2004. CD.

MELO, J. C. S.; FEITOSA, R. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Caracterização físico-química de formulações com polpa de abacaxi, goiaba e sacarose. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS, 1., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2005. CD.

MOTTA, J. D. **Construção e avaliação de um colorímetro para produtos agrícolas**. 2005. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

MOURA, S. C. S. R.; VITALI, A. A.; FRANÇA V. C. L. Propriedades termofísicas de soluções modelo similares a creme de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 209-215, 2001.

MOURA, F. T.; SILVA, S. M.; COSTA, J. P.; MENDONÇA, R. M. N.; ALVES, R. E. Características físicas de frutos de umbu-cajazeiras provenientes do brejo paraibano. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS, 1., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBPCFT, 2005. CD.

NOGUEIRA, R. I. **Processo de obtenção de insulina de chicória (*Cichorium intybus*) em pó**. 2002. 151 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

NOGUEIRA, R. I.; KIL, J. P. FREITAS, S. P. Isotermas de sorção do extrato de insulina de chicória em pó. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS (SBCTA), 6., 2005, Campinas. **Resumos...** Campinas: SBCTA, 2005. CD.

NORONHA, M. A. S.; CARDOSO, E. A.; DIAS, N. S. Características físico-químicas de frutos de umbu-cajá *Spondias* sp provenientes dos pólos Baixo-Jaguaribe (CE) e Assu-Mossoró (RN). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 91-96, 2000.

OLIVEIRA, M. E. B.; BASTOS, M. S. R.; FEITOSA, T.; BRANCO, M. A. A. C.; SILVA, M. G. G. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 326-332, 1999.

OLIVEIRA, F. M. N. **Secagem e armazenamento da polpa de pitanga**. 2006. 197 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

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.

PARK, K. J.; YADO, M. K. M.; BROD, F. P. R. Drying studies of sliced pear bartlett (*Pyrus* sp.). **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 288-292, 2001.

PELLERIN, P. Goat's milk in nutrition. **Annales Pharmaceutiques Francaises**, Paris, v. 59, n. 1, p. 51-62, 2001.

PENA, R.; RIBEIRO, C.; GRANDI, J. G. Calor de adsorção de umidade do pó de guaraná (*Paullinia cupana*) obtido em "spray dryer". **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 111-115, 1996.

PENA, R. S.; RIBEIRO, C. C. GRANDI, J. G. Influência da temperatura nos parâmetros de modelos bi-paramétricos que predizem isotermas de adsorção de umidade do guaraná (*paullinia cupana*) em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 229-232, 1997.

PENA, R. S.; RIBEIRO, C. C.; GRANDI, J. G. Aplicação de modelos matemáticos bi e tripamétricos na predição de isotermas de adsorção de umidade do guaraná (*Paullinia cupana*) em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 8-11, 2000.

PENG, G.; CHEN, X.; WU, W.; JIANG, X. Modeling of water sorption isotherm for corn starch. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 80, n. 2, p. 562-567, 2007.

PEREIRA, E. A.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Propriedades reológicas da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.): efeito da concentração. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n.3, p. 606-612, 2003.

PEREIRA, I. E. **Secagem e armazenamento do tomate em pó**. 2005. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

PEREIRA, I. E.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Características físico-químicas do tomate em pó durante o armazenamento. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 83-90, 2006.

PINTO, W. S.; DANTAS, A. C. V. L.; FONSECA, A. A. O.; LEDO, C. A. S.; JESUS, S. C.; CALAFANGE, P. L. P.; ANDRADE, E. M. Caracterização física, físico-química e química de frutos de genótipos de cajazeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1059-1066, 2003.

PRATA, L. F.; RIBEIRO, A. C.; REZENDE, K. T.; CARVALHO, M. R. B.; RIBEIRO, S. D. A.; COSTA, R. G. Composição, perfil nitrogenado e características do leite caprino (Saanen): região Sudeste, Brasil. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 4. p. 428-432, 1998.

QUEIROZ, A. J. M. **Análise do comportamento reológico dos sucos de abacaxi e manga**. 1998. 109 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

QUEIROZ, A. J. M.; BEZERRA, J. R. M. V.; GASPARETTO, C. A. Influência de diferentes teores de sólidos insolúveis suspensos nas características reológicas de sucos de abacaxi naturais e despectinizados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 75-79, 2000.

QUITERO, E. S. M.; SOBRAL, P. J. A. Sorption isotherms of edible films of Tilapia myofibrillar proteins. In: INTERNATIONAL DRYING SYMPOSIUM (IDS), 12., 2000, Noordwijkerhout. **Anais...** Noordwijkerhout: Elsevier, 2000. CD.

RIBEIRO, A. C.; PRATA, L. F.; BARBIERI, M. R.; RIBEIRO, S. D. A.; RESENDE, K. T.; COSTA, R. G. Variação da composição do leite de cabra ao longo do ano, em um criatório da região Sudeste do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA (SBZ), 36., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de fora: SBZ, 1997. CD.

RIBEIRO, M. J.; VENTURA, J. M.; LABRINCHA, J. A. A atomização como processo de obtenção de pós para a indústria cerâmica. **Revista Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 6, n. 5, p. 34-40, 2001.

ROMAN, G. N.; URBICAIN, M. J.; ROTSTEIN, E. Moisture equilibrium in apples at several temperatures: experimental data and theoretical considerations. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 47, n. 5, p. 1484-1487, 1982.

ROSA, E. D.; TSUKADA, M.; FREITAS, L. A. P. Secagem por atomização na indústria alimentícia: fundamentos e aplicações. In: JORNADA CIENTÍFICA DA FACULDADES ASSOCIADAS DE UBERABA, 5., 2006, Uberaba. **Anais...** Uberaba: FAZU, 2006. CD.

SHIGEMATSU, E.; EIK, N. M.; KIMURA, M.; MAURO, M. A. Influência de pré-tratamentos sobre a desidratação osmótica de carambolas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 536-545, 2005.

SILVA, F. L. R.; ARAUJO, A. M. Desempenho produtivo em caprinos mestiços no semi-árido do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 1028-1035, 2000.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVA, R. N. G. **Produção e armazenamento da polpa de umbu-cajá em pó**. 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

SILVA, Y. C. **Obtenção de cajá em pó utilizando um secador por atomização: caracterização física, físico-química e sensorial do pó**. 2005. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

SILVA, R. N. G.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, J. M. Q.; GALDINO, P. O. Armazenamento de umbu-cajá. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1179-1184, 2005a.

SILVA, F. C.; GUIMARÃES, D. H. P.; GASPARETTO, C. A. Reologia do suco de acerola: efeitos da concentração e temperatura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 121-126, 2005b.

SILVA, H. G. O.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.; VELOSO, C. M.; CARVALHO, G. G. P.; CEZÁRIO, A. S.; SANTOS, C. C. Características físico-químicas e custo do leite de cabras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 1, p. 116-123, 2006a.

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

SOARES, E. C.; OLIVEIRA, G. S. F.; MAIA, G. A.; MONTEIRO, J. C. S.; SILVA Jr., A.; S. FILHO, M. S. Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D. C.) pelo processo “foam-mat”. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 164-170, 2001.

SOUZA, D. O. C.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C. Densidade e viscosidade de polpas de abacaxi e de acerola em função da concentração de sólidos solúveis e da temperatura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (SBCTA), 19., 2004, Recife. **Anais...** Recife: SBCTA, 2004. CD.

STREETER, V. L. **Mecânica dos fluidos**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1978. 736 p.

STAPELFELDT, H.; NIELSEN, B. R.; SKIBSTED, L. H. Effect of heat treatment, water activity and storage temperature on oxidative stability of whole milk powder. **International Dairy journal**, Amsterdam, v. 7, n. 5, p. 331-339, 1997.

TEIXEIRA, J; PETRARCA, M. H.; PEDROSO, G. A.; SYLOS, C. M. Perfil da retenção do ácido ascórbico em goiabada acondicionada em diferentes embalagens mantidas em temperatura de 30 °C durante 150 dias. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS (SLACA), 6., 2005, Campinas. **Anais...** Campinas: SBCTA, 2005. CD.

TEIXEIRA NETO, R.O. Levantamento e aplicação de isoterma. In: JARDIM, D. C. P.; TEIXEIRA NETO, R.O.; ARDITO, E. F. G.; BERAQUET, N. J.; BIAGE, J. D.; BRANDÃO, S. C. C.; CAL-VIDAL, J.; CHERIFE, J.; DELAZARE, I.; GROSSO, C. R. F.; LEITÃO, M. F. F.; MANCILHA, F. A. S.; QUAST, D. G.; SILVA, A. T.; SOARES, A. G.; VITALI, A. A. **I Seminário sobre atividade de água em alimentos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1987. cap. 3, p. 1-17.

TELIS-ROMERO, J.; KOHAYAKAWA, M. N.; SILVEIRA JUNIOR, V.; PEDRO, M. A. M.; GABAS, A. L. Enthalpy-entropy compensation based on isotherms of mango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 297-303, 2005.

TORRES, L. B. V.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Viscosidades aparente da polpa de umbu-cajá concentrada a 10 °C. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 161-168, 2003.

TORRES, L. B. V. **Comportamento viscoso de polpa de umbu-cajá com diferentes teores de sólidos**. 2004. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

TORRES, L. B. V.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Viscosidades aparentes de polpa de umbu-cajá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA (SBEA), 33., 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: SBEA, 2004. CD.

UGULINO, S. M. P.; GOUVEIA, D. S.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; TORRES, E. K. Caracterização físico-química da polpa da pinha integral e com adição de diferentes concentrações de leite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS (SBPCST), 1., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2005. CD.

VALDUGA, E.; REZENDE, D. F.; JAVORNIK, G.; SORDI, M. G. Avaliação das características de qualidade da erva-mate (chimarrão) acondicionada em diferentes embalagens. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 8, n. 2, p. 99-105, 2005.

VALDUGA, A. T.; BATTESTIN, V.; FINZER, J. R. D. Secagem de extratos de erva-mate em secador por atimização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 184-189, 2003.

VIDAL, J. R. M. B.; GASPARETO, C. A. Comportamento reológico da polpa de manga (*Mangifera indica* L): efeito dos sólidos insolúveis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 172-175, 2000.

VIDAL, J. R. M. B.; SIERAKOWSKI, M. R.; HAMINIUK, C. W. I.; MASSON, M. L. Propriedades reológicas da polpa de manga (*Mangifera indica* L. cv. Keitt) centrifugada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 955-960, 2006.

VIDAL-MARTINS, A. M. C.; SALOTTI, B. M.; ROSSI JUNIOR, O. D.; PENNA, A. L. B. Evolução do índice proteolítico e do comportamento reológico durante a vida de prateleira de leite UAT/UHT. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 698-704, 2005.

YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T.; TONZAR, A. C.; MORIYA, S.; FERNANDES, J. G. Produtos de acerola: estudo da estabilidade de vitamina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 92-94, 2003.

APÊNDICE A

Tabela A.1 – Análise de variância da umidade (%) das formulações com 10 e 15% de maltodextrina

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|---------|---------|-----------|
| Tratamentos | 1 | 33,5417 | 33,5417 | 4410,83** |
| Resíduo | 6 | 0,0456 | 0,0076 | |
| Total | 7 | 33,5873 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela A.2 – Análise de variância da acidez total titulável (% ácido cítrico) das formulações com 10 e 15% de maltodextrina

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|---------|---------|-----------|
| Tratamentos | 1 | 0,00076 | 0,00076 | 32,1426** |
| Resíduo | 6 | 0,00014 | 0,00002 | |
| Total | 7 | 0,00090 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela A.3 – Análise de variância dos sólidos totais (%) das formulações com 10 e 15% de maltodextrina

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|----------|----------|-------------|
| Tratamentos | 1 | 33,54133 | 33,54133 | 4413,8497** |
| Resíduo | 6 | 0,04559 | 0,00760 | |
| Total | 7 | 33,58692 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela A.4 – Análise de variância dos açúcares redutores (% glicose) das formulações com 10 e 15% de maltodextrina

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|---------|---------|---------|
| Tratamentos | 1 | 0,07400 | 0,07400 | 9,4975* |
| Resíduo | 6 | 0,04675 | 0,00779 | |
| Total | 7 | 0,12074 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela A.5 – Análise de variância do ácido ascórbico (mg/100g) das formulações com 10 e 15% de maltodextrina

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|---------|---------|-----------|
| Tratamentos | 1 | 0,02959 | 0,02959 | 21,4660** |
| Resíduo | 6 | 0,00827 | 0,00138 | |
| Total | 7 | 0,03785 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela A.6 – Análise de variância das cinzas (%) das formulações com 10 e 15% de maltodextrina

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|---------|---------|----------|
| Tratamentos | 1 | 0,00006 | 0,00006 | 0,4090ns |
| Resíduo | 4 | 0,00058 | 0,00015 | |
| Total | 5 | 0,00064 | - | - |

ns - não significativo (p-valor $\geq 0,05$); G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela A.7 – Análise de variância do pH das formulações com 10 e 15% de maltodextrina

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|---------|---------|---------|
| Tratamentos | 1 | 0,00245 | 0,00245 | 9,4839* |
| Resíduo | 6 | 0,00155 | 0,00026 | |
| Total | 7 | 0,00400 | - | - |

*Significativo a 5% de probabilidade; G.L. – Grau de liberdade; S.Q. – Soma dos quadrados; Q.M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

APÊNDICE B

Tabela B.1 - Análise de variância das viscosidades aparentes da polpa de umbu-cajá integral

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|--------------------------|------|----------|----------|-------------|
| Velocidade | 7 | 86281,65 | 12325,95 | 20205,42 ** |
| Temperatura | 4 | 1069,24 | 267,31 | 438,19 ** |
| Velocidade x Temperatura | 28 | 2038,23 | 72,79 | 119,33 ** |
| Resíduo | 200 | 122,01 | 0,61 | |
| Total | 239 | 89511,13 | | |

** Significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01); MG = 17,08 Pa.s; CV = 4,57%

Tabela B.2 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da polpa de umbu-cajá integral na velocidade de rotação de 0,5 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|------------|------------|-------------|
| Reg. linear | 1 | 2018,40000 | 2018,40000 | 529,3007 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 3,04762 | 3,04762 | 0,7992 ns |
| Reg. cúbica | 1 | 3,26667 | 3,26667 | 0,8566 ns |
| Reg. 4º grau | 1 | 85,95238 | 85,95238 | 22,5400 ** |
| Tratamentos | 4 | 2110,66667 | 527,66667 | 138,3741 ** |
| Resíduo | 25 | 95,33333 | 3,81333 | |
| Total | 29 | 2206,00000 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; ns - não significativo; MG = 57,00 Pa.s; CV = 3,43%

Tabela B.3 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da polpa de umbu-cajá integral na velocidade de rotação de 1,0 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|-----------|-----------|-------------|
| Reg. linear | 1 | 904,81667 | 904,81667 | 990,6752 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,01190 | 0,01190 | 0,0130 ns |
| Reg. cúbica | 1 | 1,126,667 | 1,126,667 | 12,3358 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 643,810 | 643,810 | 7,0490 * |
| Tratamentos | 4 | 922,53333 | 230,63333 | 252,5182 ** |
| Resíduo | 25 | 2,283,333 | 0,91333 | |
| Total | 29 | 945,36667 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - significativo a 5% de probabilidade; ns - não significativo; MG = 37,77Pa.s; CV = 2,53%

Tabela B.4 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da polpa de umbu-cajá integral na velocidade de rotação de 2,5 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|----------|----------|-------------|
| Reg. linear | 1 | 58,41067 | 58,41067 | 497,8182 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 2,20190 | 2,20190 | 18,7662 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,00267 | 0,00267 | 0,0227 ns |
| Reg. 4º grau | 1 | 1,71010 | 1,71010 | 14,5747 ** |
| Tratamentos | 4 | 62,32533 | 15,58133 | 132,7955 ** |
| Resíduo | 25 | 2,93333 | 0,11733 | |
| Total | 29 | 65,25867 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; ns - não significativo; MG = 19,17 Pa.s; CV = 1,79%

Tabela B.5 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da polpa de umbu-cajá integral na velocidade de rotação de 5 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|----------|---------|-------------|
| Reg. linear | 1 | 16,854 | 16,854 | 726,4655 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,72429 | 0,72429 | 31,2192 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,096 | 0,096 | 4,1379 ns |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,44038 | 0,44038 | 18,9819 ** |
| Tratamentos | 4 | 18,11467 | 4,52867 | 195,2011 ** |
| Resíduo | 25 | 0,58 | 0,0232 | |
| Total | 29 | 18,69467 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; ns - não significativo; MG = 10,65 Pa.s; CV = 1,43%

Tabela B.6 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da polpa de umbu-cajá integral na velocidade de rotação de 10 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|---------|---------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 4,59267 | 4,59267 | 1028,2090 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,68762 | 0,68762 | 153,9446 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,00817 | 0,00817 | 1,8284 ns |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,10688 | 0,10688 | 23,9286 ** |
| Tratamentos | 4 | 5,39533 | 1,34883 | 301,9776 ** |
| Resíduo | 25 | 0,11167 | 0,00447 | |
| Total | 29 | 5,507 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; ns - não significativo; MG = 5,91 Pa.s; CV = 1,13%

Tabela B.7 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da polpa de umbu-cajá integral na velocidade de rotação de 20 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|---------|---------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 2,18504 | 2,18504 | 1579,5482 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,12574 | 0,12574 | 90,8993 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,02204 | 0,02204 | 15,9337 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,01801 | 0,01801 | 13,0164 ** |
| Tratamentos | 4 | 2,35083 | 0,58771 | 424,8494 ** |
| Resíduo | 25 | 0,03458 | 0,00138 | |
| Total | 29 | 2,38542 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; MG = 3,36 Pa.s; CV = 1,11%

Tabela B.8 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da polpa de umbu-cajá integral na velocidade de rotação de 50 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|---------|---------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 0,60401 | 0,60401 | 1470,7955 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,02972 | 0,02972 | 72,3678 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,00353 | 0,00353 | 8,5877 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,02656 | 0,02656 | 64,6776 ** |
| Tratamentos | 4 | 0,66381 | 0,16595 | 404,1071 ** |
| Resíduo | 25 | 0,01027 | 0,00041 | |
| Total | 29 | 0,67408 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; MG = 1,69 Pa.s; CV = 1,20%

Tabela B.9 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da polpa de umbu-cajá integral na velocidade de rotação de 100 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|---------|---------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 0,22083 | 0,22083 | 3600,4348 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,00122 | 0,00122 | 19,8758 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,00228 | 0,00228 | 37,2011 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,00713 | 0,00713 | 116,1840 ** |
| Tratamentos | 4 | 0,23145 | 0,05786 | 943,4239 ** |
| Resíduo | 25 | 0,00153 | 0,00006 | |
| Total | 29 | 0,23299 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; MG = 1,03 Pa.s; CV = 0,76%

Tabela B.10 - Análise de variância da viscosidade aparente da formulação com 10% de maltodextrina

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|--------------------------|------|--------|-------|---------------|
| Velocidade | 7 | 536,35 | 76,62 | 26887,1378 ** |
| Temperatura | 4 | 9,29 | 2,32 | 814,6407 ** |
| Velocidade x Temperatura | 28 | 17,49 | 0,62 | 219,2214 ** |
| Resíduo | 200 | 0,57 | 0,00 | |
| Total | 239 | 563,70 | | |

** Significativo a 1% de probabilidade; MG = 1,23 Pa.s; CV = 4,34 %

Tabela B.11 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da formulação com 10% de maltodextrina na velocidade de rotação de 0,5 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|---------|---------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 19,0407 | 19,0407 | 1269,3778 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,5186 | 0,5186 | 34,5714 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,0602 | 0,0602 | 4,0111 ns |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,0326 | 0,0326 | 2,1730 ns |
| Tratamentos | 4 | 19,6520 | 4,9130 | 327,5333 ** |
| Resíduo | 25 | 0,3750 | 0,0150 | |
| Total | 29 | 20,0270 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; ns - não significativo; MG = 4,59 Pa.s; CV = 2,67%

Tabela B.12 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da formulação com 10% de maltodextrina na velocidade de rotação de 1,0 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|--------|--------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 4,5375 | 4,5375 | 1188,8646 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,0744 | 0,0744 | 19,4947 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,1260 | 0,1260 | 33,0240 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,0090 | 0,0090 | 2,3721 ns |
| Tratamentos | 4 | 4,7470 | 1,1868 | 310,9389 ** |
| Resíduo | 25 | 0,0954 | 0,0038 | |
| Total | 29 | 4,8424 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; ns - não significativo; MG = 2,57 Pa.s; CV = 2,40%

Tabela B.13 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da formulação com 10% de maltodextrina na velocidade de rotação de 2,5 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|---------|---------|-------------|
| Reg. linear | 1 | 0,73483 | 0,73483 | 529,9231 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,00617 | 0,00617 | 4,4505 * |
| Reg. cúbica | 1 | 0,04931 | 0,04931 | 35,5577 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,00138 | 0,00138 | 0,9918 ns |
| Tratamentos | 4 | 0,79168 | 0,19792 | 142,7308 ** |
| Resíduo | 25 | 0,03467 | 0,00139 | |
| Total | 29 | 0,82635 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - significativo a 5% de probabilidade; ns - não significativo; MG = 1,16 Pa.s; CV = 3,21%

Tabela B.14 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da formulação com 10% de maltodextrina na velocidade de rotação de 5 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|---------|---------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 0,18816 | 0,18816 | 1764,0000 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,00373 | 0,00373 | 35,0000 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,01944 | 0,01944 | 182,2500 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,00019 | 0,00019 | 1,7500 ns |
| Tratamentos | 4 | 0,21152 | 0,05288 | 495,7500 ** |
| Resíduo | 25 | 0,00267 | 0,00011 | |
| Total | 29 | 0,21419 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; ns - não significativo; MG = 0,66 Pa.s ; CV% = 1,57

Tabela B.15 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da formulação com 10% de maltodextrina na velocidade de rotação de 10 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|---------|---------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 0,06144 | 0,06144 | 1280,0000 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,00322 | 0,00322 | 67,0635 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,00523 | 0,00523 | 108,8889 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,00006 | 0,00006 | 1,2698 ns |
| Tratamentos | 4 | 0,06995 | 0,01749 | 364,3056 ** |
| Resíduo | 25 | 0,00120 | 0,00005 | |
| Total | 29 | 0,07115 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; ns - não significativo ; MG = 0,37 Pa.s; CV = 1,87%

Tabela B.16 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da formulação com 10% de maltodextrina na velocidade de rotação de 20 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|---------|---------|-------------|
| Reg. linear | 1 | 0,0244 | 0,0244 | 963,2237 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,00163 | 0,00163 | 64,3327 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,00241 | 0,00241 | 95,0000 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,00001 | 0,00001 | 0,3383 ns |
| Tratamentos | 4 | 0,02845 | 0,00711 | 280,7237 ** |
| Resíduo | 25 | 0,00063 | 0,00003 | |
| Total | 29 | 0,02908 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; ns - não significativo; MG = 0,22 Pa.s; CV = 2,31%

Tabela B.17 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da formulação com 10% de maltodextrina na velocidade de rotação de 50 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|---------|---------|-------------|
| Reg. linear | 1 | 0,0028 | 0,0028 | 247,2059 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,00334 | 0,00334 | 295,0630 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,00001 | 0,00001 | 0,5882 ns |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,00006 | 0,00006 | 5,3782 * |
| Tratamentos | 4 | 0,00621 | 0,00155 | 137,0588 ** |
| Resíduo | 25 | 0,00028 | 0,00001 | |
| Total | 29 | 0,0065 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - significativo a 5% de probabilidade; ns - não significativo; MG = 0,12 Pa.s; CV = 2,80%

Tabela B.18 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da formulação com 10% de maltodextrina na velocidade de rotação de 100 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|---------|---------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 0,00504 | 0,00504 | 1512,5000 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,00034 | 0,00034 | 103,2143 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,00017 | 0,00017 | 50,0000 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,00006 | 0,00006 | 18,2857 ** |
| Tratamentos | 4 | 0,00561 | 0,0014 | 421,0000 ** |
| Resíduo | 25 | 0,00008 | 0 | |
| Total | 29 | 0,0057 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); MG = 0,09 Pa.s; CV = 2,11%

Tabela B.19 - Análise de variância das viscosidades aparentes da formulação com 15% de maltodextrina

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|--------------------------|------|---------|--------|-----------|
| Velocidade de rotação | 7 | 1703,08 | 243,30 | 506,87 ** |
| Temperatura | 4 | 231,85 | 57,96 | 120,76 ** |
| Velocidade x Temperatura | 28 | 384,31 | 13,73 | 28,59 ** |
| Resíduo | 200 | 96,00 | 0,48 | |
| Total | 239 | 2415,24 | | |

** Significativo a 1% de probabilidade (p -valor $<$ 0,01); MG = 2,43Pa.s; CV = 28,52%

Tabela B.20 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da formulação com 15% de maltodextrina na velocidade de rotação de 0,5 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|----------|----------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 353,3227 | 353,3227 | 5257,7778 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,03048 | 0,03048 | 0,4535 ns |
| Reg. cúbica | 1 | 2,73067 | 2,73067 | 40,6349 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 4,95086 | 4,95086 | 73,6735 ** |
| Tratamentos | 4 | 361,0347 | 90,25867 | 1343,1349 ** |
| Resíduo | 25 | 1,68 | 0,0672 | |
| Total | 29 | 362,7147 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; ns - não significativo; MG = 7,85 Pa.s; CV = 3,30%

Tabela B.21 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da formulação com 15% de maltodextrina na velocidade de rotação de 1,0 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|----------|----------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 97,28267 | 97,28267 | 9120,2500 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 2,07429 | 2,07429 | 194,4643 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 1,12067 | 1,12067 | 105,0625 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 1,63438 | 1,63438 | 153,2232 ** |
| Tratamentos | 4 | 102,112 | 25,528 | 2393,2500 ** |
| Resíduo | 25 | 0,26667 | 0,01067 | |
| Total | 29 | 102,3787 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; MG = 5,11 Pa.s ; CV = 2,02%

Tabela B.22 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da formulação com 15% de maltodextrina na velocidade de rotação de 0,5 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|----------|----------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 21,02784 | 21,02784 | 3851,7230 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 1,19524 | 1,19524 | 218,9357 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,47883 | 0,47883 | 87,7079 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,22402 | 0,22402 | 41,0350 ** |
| Tratamentos | 4 | 22,92593 | 5,73148 | 1049,8504 ** |
| Resíduo | 25 | 0,13648 | 0,00546 | |
| Total | 29 | 23,06242 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; MG = 2,68 Pa.s, CV = 2,76%

Tabela B.23 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da formulação com 15% de maltodextrina na velocidade de rotação de 5 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|---------|---------|---------------|
| Reg. linear | 1 | 7,40611 | 7,40611 | 26704,7115 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,54402 | 0,54402 | 1961,6071 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,22083 | 0,22083 | 796,2500 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,0715 | 0,0715 | 257,8159 ** |
| Tratamentos | 4 | 8,24245 | 2,06061 | 7430,0962 ** |
| Resíduo | 25 | 0,00693 | 0,00028 | |
| Total | 29 | 8,24939 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; MG = 1,55 Pa.s; CV = 1,07%

Tabela B.24 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da formulação com 15% de maltodextrina na velocidade de rotação de 10 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|---------|---------|---------------|
| Reg. linear | 1 | 2,56267 | 2,56267 | 20020,8333 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,23893 | 0,23893 | 1866,6667 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,0735 | 0,0735 | 574,2188 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,01349 | 0,01349 | 105,3646 ** |
| Tratamentos | 4 | 2,88859 | 0,72215 | 5641,7708 ** |
| Resíduo | 25 | 0,0032 | 0,00013 | |
| Total | 29 | 2,89179 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; MG = 0,91 Pa.s; CV = 1,24%

Tabela B.25 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da formulação com 15% de maltodextrina na velocidade de rotação de 20 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|---------|---------|---------------|
| Reg. linear | 1 | 0,91267 | 0,91267 | 20132,3529 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,09874 | 0,09874 | 2178,1513 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,02204 | 0,02204 | 486,2132 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,00156 | 0,00156 | -34,459 |
| Tratamentos | 4 | 1,03501 | 0,25875 | 5707,7941 ** |
| Resíduo | 25 | 0,00113 | 0,00005 | |
| Total | 29 | 1,03615 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; MG = 0,54 Pa.s; CV = 1,26%

Tabela B.26 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da formulação com 15% de maltodextrina na velocidade de rotação de 50 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|---------|---------|---------------|
| Reg. linear | 1 | 0,23814 | 0,23814 | 44651,2500 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,02972 | 0,02972 | 5572,3214 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,00486 | 0,00486 | 911,2500 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,00021 | 0,00021 | -40,1786 |
| Tratamentos | 4 | 0,27293 | 0,06823 | 12793,7500 ** |
| Resíduo | 25 | 0,00013 | 0,00001 | |
| Total | 29 | 0,27307 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; MG = 0,28 Pa.s; CV = 0,83%

Tabela B.27 - Regressão da análise de variância das viscosidades aparentes da formulação com 15% de maltodextrina na velocidade de rotação de 100 rpm

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|---------|---------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 0,07921 | 0,07921 | 9139,2308 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,01143 | 0,01143 | 1319,2308 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,00254 | 0,00254 | 292,5000 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,00011 | 0,00011 | 12,1154 ** |
| Tratamentos | 4 | 0,09328 | 0,02332 | 2690,7692 ** |
| Resíduo | 25 | 0,00022 | 0,00001 | |
| Total | 29 | 0,0935 | | |

** - Significativo a 1% de probabilidade; MG = 0,18 Pa.s; CV = 1,67%

APÊNDICE C

Tabela C.1 – Análise de variância da umidade (%) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|----------|---------|------------|
| Tratamentos | 6 | 24,8748 | 4,14641 | 290,0453** |
| Resíduo | 21 | 0,30021 | 0,01430 | - |
| Total | 27 | 25,17869 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.2 – Análise de variância da umidade (%) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|----------|----------|-----------|
| Tratamentos | 6 | 61,34728 | 10,22455 | 64,8899** |
| Resíduo | 21 | 0,33295 | 0,01585 | - |
| Total | 27 | 61,68023 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.3 – Análise de variância da umidade (%) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|----------|---------|------------|
| Tratamentos | 6 | 17,77177 | 2,96196 | 416,5168** |
| Resíduo | 21 | 0,14934 | 0,00711 | - |
| Total | 27 | 17,92110 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.4 – Análise de variância da umidade (%) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|----------|---------|-------------|
| Tratamentos | 6 | 30,47229 | 5,07872 | 509,5881 ** |
| Resíduo | 21 | 0,20929 | 0,00997 | - |
| Total | 27 | 30,68158 | | |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.5 – Análise de variância da umidade (%) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada no ciclone e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|----------|---------|-------------|
| Tratamentos | 6 | 24,73292 | 4,12215 | 440,2040 ** |
| Resíduo | 21 | 0,19665 | 0,00936 | - |
| Total | 27 | 24,92957 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.6 – Análise de variância da umidade (%) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada no ciclone e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|----------|---------|--------------|
| Tratamentos | 6 | 47,02916 | 7,83819 | 1074,0327 ** |
| Resíduo | 21 | 0,15326 | 0,00730 | - |
| Total | 27 | 47,18241 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.7 – Análise de variância da umidade (%) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|----------|---------|------------|
| Tratamentos | 6 | 17,35909 | 2,89318 | 225,4485** |
| Resíduo | 21 | 0,26949 | 0,01283 | - |
| Total | 27 | 17,62858 | - | -- |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.8 – Análise de variância da umidade (%) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|----------|---------|------------|
| Tratamentos | 6 | 19,17853 | 3,19642 | 369,2704** |
| Resíduo | 21 | 0,18178 | 0,00866 | - |
| Total | 27 | 19,36031 | - | -- |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.9 - Regressão na análise de variância da umidade da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|----------|----------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 22,70152 | 22,70152 | 1692,1000 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,18125 | 0,18125 | 13,5100 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,40674 | 0,40674 | 30,3175 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,74713 | 0,74713 | 55,6886 ** |
| Reg. 5º grau | 1 | 0,82033 | 0,82033 | 61,1446 ** |
| Tratamentos | 6 | 24,92448 | 4,15408 | 309,6321 ** |
| Resíduo | 21 | 0,28174 | 0,01342 | |
| Total | 27 | 25,20622 | | |

** Significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); MG = 5,2743%; CV = 2,20%

Tabela C.10 - Regressão na análise de variância da umidade da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|----------|----------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 15,81644 | 15,81644 | 2225,5293 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,81883 | 0,81883 | 115,2167 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,49023 | 0,49023 | 68,9806 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,17902 | 0,17902 | 25,1901 ** |
| Reg. 5º grau | 1 | 0,08401 | 0,08401 | 11,8217 ** |
| Tratamentos | 6 | 17,74958 | 2,95826 | 416,2566 ** |
| Resíduo | 21 | 0,14924 | 0,00711 | |
| Total | 27 | 17,89882 | | |

** Significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); MG = 5,0521%; CV = 1,67%

Tabela C.11 - Regressão na análise de variância da umidade da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada no ciclone e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|----------|----------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 22,73944 | 22,73944 | 2428,3402 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,14658 | 0,14658 | 15,6528 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 1,07649 | 1,07649 | 114,9587 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,00298 | 0,00298 | 0,3183 ns |
| Reg. 5º grau | 1 | 0,00000 | 0,00000 | 0,0005 * |
| Tratamentos | 6 | 24,73292 | 4,12215 | 440,2040 ** |
| Resíduo | 21 | 0,19665 | 0,00936 | |
| Total | 27 | 24,92957 | | |

** Significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (p-valor < 0,05); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05); MG = 4,4911%; CV = 2,15%

Tabela C.12 - Regressão na análise de variância da umidade da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|----------|----------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 16,70153 | 16,70153 | 1389,5158 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,17239 | 0,17239 | 14,3422 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,22518 | 0,22518 | 18,7340 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,00534 | 0,00534 | 0,4446 ns |
| Reg. 5º grau | 1 | 0,07933 | 0,07933 | 6,5997 * |
| Tratamentos | 6 | 17,22597 | 2,87100 | 238,8580 ** |
| Resíduo | 21 | 0,25241 | 0,01202 | |
| Total | 27 | 17,47838 | | |

** Significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (p-valor < 0,05); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05); MG = 4,8276%, CV = 2,27%

Tabela C.13 - Regressão na análise de variância da umidade da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara do secador e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|----------|----------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 57,81468 | 57,81468 | 3646,5284 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,01245 | 0,01245 | 0,7850 ns |
| Reg. cúbica | 1 | 0,14096 | 0,14096 | 8,8907 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,81891 | 0,81891 | 51,6507 ** |
| Reg. 5º grau | 1 | 0,02359 | 0,02359 | 1,4880 ns |
| Tratamentos | 6 | 61,34728 | 10,22455 | 644,8899 ** |
| Resíduo | 21 | 0,33295 | 0,01585 | |
| Total | 27 | 61,68023 | | |

** Significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05); MG = 5,9079%; CV% = 2,13

Tabela C.14 - Regressão na análise de variância da umidade da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada na câmara do secador e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|----------|----------|-------------|
| Reg. linear | 1 | 27,00981 | 27,00981 | 768,1945 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 1,81970 | 1,81970 | 51,7547 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,00002 | 0,00002 | 0,0007 * |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,01104 | 0,01104 | 0,3140 ns |
| Reg. 5º grau | 1 | 0,02216 | 0,02216 | 0,6304 ns |
| Tratamentos | 6 | 29,14957 | 4,85826 | 138,1753 ** |
| Resíduo | 21 | 0,73836 | 0,03516 | |
| Total | 27 | 29,88793 | | |

** Significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (p-valor < 0,05); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05); MG = 5,6745%; CV = 3,30%

Tabela C.15 - Regressão na análise de variância da umidade da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada no ciclone e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|----------|----------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 41,68630 | 41,68630 | 5712,0886 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 3,77362 | 3,77362 | 517,0825 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,36278 | 0,36278 | 49,7096 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,27194 | 0,27194 | 37,2624 ** |
| Reg. 5º grau | 1 | 0,13004 | 0,13004 | 17,8188 ** |
| Tratamentos | 6 | 47,02916 | 7,83819 | 1074,0327 ** |
| Resíduo | 21 | 0,15326 | 0,00730 | |
| Total | 27 | 47,18241 | | |

** Significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); MG = 5,3941%; CV = 1,58%

Tabela C.16 - Regressão na análise de variância da umidade da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|----------|----------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 17,45964 | 17,45964 | 2016,6564 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 1,06655 | 1,06655 | 123,1905 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,29047 | 0,29047 | 33,5500 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,35596 | 0,35596 | 41,1153 ** |
| Reg. 5º grau | 1 | 0,00042 | 0,00042 | 0,0490 ns |
| Tratamentos | 6 | 19,17918 | 3,19653 | 369,2117 ** |
| Resíduo | 21 | 0,18181 | 0,00866 | |
| Total | 27 | 19,36099 | | |

** Significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05);

MG = 5,1866%; CV = 1,79%

Tabela C.17 – Análise de variância da vitamina C (mg/100g) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|--------------|
| Tratamentos | 6 | 311,00046 | 51,83341 | 1063,1749 ** |
| Resíduo | 21 | 1,02382 | 0,04875 | - |
| Total | 27 | 312,02428 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.18 – Análise de variância da vitamina C (mg/100g) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|--------------|
| Tratamentos | 6 | 329,19769 | 54,86628 | 1566,1394 ** |
| Resíduo | 21 | 0,73569 | 0,03503 | - |
| Total | 27 | 3,293338 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.19 – Análise de variância da vitamina C (mg/100g) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|-------------|
| Tratamentos | 6 | 113,73157 | 18,95526 | 1634,5815** |
| Resíduo | 21 | 0,24352 | 0,01160 | - |
| Total | 27 | 113,97509 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.20 – Análise de variância da vitamina C (mg/100g) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|-------------|
| Tratamentos | 6 | 184,64780 | 30,77463 | 1000,1810** |
| Resíduo | 21 | 0,64615 | 0,03077 | - |
| Total | 27 | 185,29395 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.21 – Análise de variância da vitamina C (mg/100g) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|-------------|
| Tratamentos | 6 | 425,11484 | 70,85247 | 1229,0708** |
| Resíduo | 21 | 1,21059 | 0,05765 | - |
| Total | 27 | 426,32544 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.22 – Análise de variância da vitamina C (mg/100g) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|-----------|
| Tratamentos | 6 | 484,92454 | 80,82076 | 104350,84 |
| Resíduo | 21 | 0,01626 | 0,00077 | - |
| Total | 27 | 484,94081 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.23 – Análise de variância da vitamina C (mg/100g) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 125,22370 | 20,87062 | 803,4859** |
| Resíduo | 21 | 0,02598 | 0,02598 | - |
| Total | 27 | 125,7617 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.24 – Análise de variância da vitamina C (mg/100g) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 105,90418 | 17,65070 | 513,3102** |
| Resíduo | 21 | 0,72211 | 0,03439 | - |
| Total | 27 | 106,6228 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.25 - Regressão na análise de variância do ácido ascórbico da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada no câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|-----------|-----------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 305,42973 | 305,42973 | 6335,9787 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 2,75337 | 2,75337 | 57,1173 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,25515 | 0,25515 | 5,2930 * |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,93264 | 0,93264 | 19,3470 ** |
| Reg. 5º grau | 1 | 1,62775 | 1,62775 | 33,7668 ** |
| Tratamentos | 6 | 311,14391 | 51,85732 | 1075,7527 ** |
| Resíduo | 21 | 1,01232 | 0,04821 | |
| Total | 27 | 312,15623 | | |

** Significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (p-valor < 0,05); MG = 10,5201 mg/100g; CV = 2,09%

Tabela C.26 - Regressão na análise de variância do ácido ascórbico da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|-----------|-----------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 110,03549 | 110,03549 | 9477,7161 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 1,54608 | 1,54608 | 133,1693 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,04098 | 0,04098 | 3,5296 ns |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,07047 | 0,07047 | 6,0700 * |
| Reg. 5º grau | 1 | 1,94490 | 1,94490 | 167,5208 ** |
| Tratamentos | 6 | 113,72064 | 18,95344 | 1632,5217 ** |
| Resíduo | 21 | 0,24381 | 0,01161 | |
| Total | 27 | 113,96445 | | |

** Significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (p-valor < 0,05); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05); MG = 9,3422 mg/100g; CV = 1,15%

Tabela C.27 - Regressão na análise de variância do ácido ascórbico da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada no ciclone e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|-----------|-----------|---------------|
| Reg. linear | 1 | 400,80129 | 400,80129 | 16639,1765 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 13,68591 | 13,68591 | 568,1677 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,02328 | 0,02328 | 0,9663 ns |
| Reg. 4º grau | 1 | 6,08511 | 6,08511 | 252,6219 ** |
| Reg. 5º grau | 1 | 12,01670 | 12,01670 | 498,8706 ** |
| Tratamentos | 6 | 433,77567 | 72,29595 | 3001,3501 ** |
| Resíduo | 21 | 0,50584 | 0,02409 | |
| Total | 27 | 434,28152 | | |

** Significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05);

MG = 10,8516 mg/100g; CV = 1,43%

Tabela C.28 - Regressão na análise de variância do ácido ascórbico da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|-----------|-----------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 122,28841 | 122,28841 | 4707,9113 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,33332 | 0,33332 | 12,8323 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,50396 | 0,50396 | 19,4018 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,02578 | 0,02578 | 0,9924 ns |
| Reg. 5º grau | 1 | 0,21347 | 0,21347 | 8,2184 ** |
| Tratamentos | 6 | 125,22370 | 20,87062 | 803,4859 ** |
| Resíduo | 21 | 0,54548 | 0,02598 | |
| Total | 27 | 125,76917 | | |

** Significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05);

MG = 9,2413 mg/100g; CV = 1,74%

Tabela C.29 - Regressão na análise de variância do ácido ascórbico da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|-----------|-----------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 313,89643 | 313,89643 | 8960,0671 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 8,07649 | 8,07649 | 230,5407 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,70988 | 0,70988 | 20,2632 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 2,47377 | 2,47377 | 70,6128 ** |
| Reg. 5º grau | 1 | 1,77641 | 1,77641 | 50,7070 ** |
| Tratamentos | 6 | 329,19769 | 54,86628 | 1566,1394 ** |
| Resíduo | 21 | 0,73569 | 0,03503 | |
| Total | 27 | 329,93338 | | |

** Significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); MG = 10,3057 mg/100g; CV = 1,82%

Tabela C.30 - Regressão na análise de variância do ácido ascórbico da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|-----------|-----------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 159,56188 | 159,56188 | 5185,7890 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 3,00711 | 3,00711 | 97,7315 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 11,59038 | 11,59038 | 376,6892 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 4,33488 | 4,33488 | 140,8843 ** |
| Reg. 5º grau | 1 | 1,20548 | 1,20548 | 39,1782 ** |
| Tratamentos | 6 | 184,64780 | 30,77463 | 1000,1810 ** |
| Resíduo | 21 | 0,64615 | 0,03077 | |
| Total | 27 | 185,29395 | | |

** Significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); MG = 9,2814 mg/100g; CV = 1,89%

Tabela C.31 - Regressão na análise de variância do ácido ascórbico da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada no ciclone e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|-----------|-----------|---------------|
| Reg. linear | 1 | 433,89363 | 433,89363 | 560217,03 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 30,35254 | 30,35254 | 39189,3574 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 2,10557 | 2,10557 | 2718,5803 ** |
| Reg. 4º grau | 1 | 1,41373 | 1,41373 | 1825,3224 ** |
| Reg. 5º grau | 1 | 6,75949 | 6,75949 | 8727,4458 ** |
| Tratamentos | 6 | 484,92454 | 80,82076 | 104350,84 ** |
| Resíduo | 21 | 0,01626 | 0,00077 | |
| Total | 27 | 484,94081 | | |

** Significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); MG = 10,2269 mg/100g; CV = 0,27%

Tabela C.32 - Regressão na análise de variância do ácido ascórbico da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G.L. | S.Q. | Q.M. | F |
|-------------------|------|-----------|-----------|--------------|
| Reg. linear | 1 | 103,71284 | 103,71284 | 3016,1337 ** |
| Reg. quadrática | 1 | 0,90252 | 0,90252 | 26,2468 ** |
| Reg. cúbica | 1 | 0,26628 | 0,26628 | 7,7439 * |
| Reg. 4º grau | 1 | 0,22584 | 0,22584 | 6,5678 * |
| Reg. 5º grau | 1 | 0,52390 | 0,52390 | 15,2357 ** |
| Tratamentos | 6 | 105,90418 | 17,65070 | 513,3102 ** |
| Resíduo | 21 | 0,72211 | 0,03439 | |
| Total | 27 | 106,62628 | | |

** Significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (p-valor < 0,05); MG = 8,8608 mg/100g; CV = 2,09%

Tabela C.33 – Análise de variância da acidez (% de ácido cítrico) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|---------|---------|----------|
| Tratamentos | 6 | 0,05806 | 0,00968 | 7,4752** |
| Resíduo | 18 | 0,02330 | 0,00129 | - |
| Total | 24 | 0,08136 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.34 – Análise de variância da acidez (% de ácido cítrico) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|---------|---------|-----------|
| Tratamentos | 6 | 0,34661 | 0,05777 | 37,5353** |
| Resíduo | 21 | 0,03232 | 0,00154 | - |
| Total | 27 | 0,37893 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.35 – Análise de variância da acidez (% de ácido cítrico) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|---------|---------|-----------|
| Tratamentos | 6 | 0,26009 | 0,04335 | 48,8789** |
| Resíduo | 21 | 0,01862 | 0,00089 | - |
| Total | 27 | 0,27872 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.36 – Análise de variância da acidez (% de ácido cítrico) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|---------|---------|-----------|
| Tratamentos | 6 | 0,05752 | 0,00959 | 11,2296** |
| Resíduo | 21 | 0,01793 | 0,00085 | - |
| Total | 27 | 0,07545 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.37 – Análise de variância da acidez (% de ácido cítrico) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|---------|---------|-----------|
| Tratamentos | 6 | 0,14992 | 0,02499 | 31,4431** |
| Resíduo | 17 | 0,01351 | 0,00079 | - |
| Total | 23 | 0,16343 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.38 – Análise de variância da acidez (% de ácido cítrico) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|---------|---------|-----------|
| Tratamentos | 6 | 0,39638 | 0,06606 | 44,8447** |
| Resíduo | 17 | 0,02504 | 0,00147 | - |
| Total | 23 | 0,42143 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.39 – Análise de variância da acidez (% de ácido cítrico) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|---------|---------|----------|
| Tratamentos | 6 | 0,06022 | 0,01004 | 9,1126** |
| Resíduo | 20 | 0,02203 | 0,00110 | - |
| Total | 26 | 0,08225 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.40 – Análise de variância da acidez (% de ácido cítrico) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|---------|---------|-----------|
| Tratamentos | 6 | 0,18271 | 0,03045 | 25,4793** |
| Resíduo | 16 | 0,01912 | 0,00120 | - |
| Total | 22 | 0,20182 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.41 – Análise de variância dos açúcares redutores (% de glicose) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1.

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 256,15647 | 42,69275 | 734,9956** |
| Resíduo | 21 | 1,21980 | 0,05809 | - |
| Total | 27 | 257,37627 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste

Tabela C.42 – Análise de variância dos açúcares redutores (% de glicose) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 177,51932 | 29,58655 | 485,1580** |
| Resíduo | 21 | 1,28065 | 0,06098 | - |
| Total | 27 | 178,79997 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.43 – Análise de variância dos açúcares redutores (% de glicose) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 185,49994 | 30,91666 | 961,1040** |
| Resíduo | 21 | 0,67553 | 0,03217 | - |
| Total | 27 | 186,1747 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.44 – Análise de variância dos açúcares redutores (% de glicose) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|-------------|
| Tratamentos | 6 | 198,33127 | 33,05521 | 1575,3973** |
| Resíduo | 21 | 0,44063 | 0,02098 | - |
| Total | 27 | 198,77190 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.45 – Análise de variância dos açúcares redutores (% de glicose) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 208,21637 | 34,70273 | 610,8611** |
| Resíduo | 21 | 1,19300 | 0,05681 | - |
| Total | 27 | 209,40937 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.46 – Análise de variância dos açúcares redutores (%de glicose) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|-------------|
| Tratamentos | 6 | 291,43070 | 48,57178 | 1887,4172** |
| Resíduo | 21 | 0,54042 | 0,02573 | - |
| Total | 27 | 291,97112 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.47 – Análise de variância dos açúcares redutores (%de glicose) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 193,26049 | 32,21008 | 503,3855** |
| Resíduo | 21 | 1,34373 | 0,06399 | - |
| Total | 27 | 194,60421 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.48 – Análise de variância dos açúcares redutores (% de glicose) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 164,14304 | 27,35717 | 836,7022** |
| Resíduo | 21 | 0,68663 | 0,03270 | - |
| Total | 27 | 164,82967 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.49 – Análise de variância do pH da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|---------|---------|------------|
| Tratamentos | 6 | 0,22357 | 0,03726 | 521,6667** |
| Resíduo | 21 | 0,00150 | 0,00007 | - |
| Total | 27 | 0,22507 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.50 – Análise de variância do pH da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|---------|---------|------------|
| Tratamentos | 6 | 0,13169 | 0,02195 | 198,2366** |
| Resíduo | 21 | 0,00232 | 0,00011 | - |
| Total | 27 | 0,13401 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.51 – Análise de variância do pH da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|---------|---------|-----------|
| Tratamentos | 6 | 0,03369 | 0,00562 | 81,3276** |
| Resíduo | 21 | 0,00145 | 0,00007 | |
| Total | 27 | 0,03514 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.52 – Análise de variância do pH da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|---------|---------|-----------|
| Tratamentos | 6 | 0,01059 | 0,00176 | 19,0608** |
| Resíduo | 18 | 0,00167 | 0,00009 | |
| Total | 24 | 0,01226 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.53 – Análise de variância do pH da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|---------|---------|------------|
| Tratamentos | 6 | 0,31234 | 0,05206 | 390,4286** |
| Resíduo | 21 | 0,00280 | 0,00013 | - |
| Total | 27 | 0,31514 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.54 – Análise de variância do pH da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 2.

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|---------|---------|------------|
| Tratamentos | 6 | 0,34043 | 0,05674 | 740,0692** |
| Resíduo | 15 | 0,00115 | 0,00008 | - |
| Total | 21 | 0,34158 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.55 – Análise de variância do pH da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|---------|---------|-----------|
| Tratamentos | 6 | 0,06094 | 0,01016 | 90,7553** |
| Resíduo | 21 | 0,00235 | 0,00011 | - |
| Total | 27 | 0,06329 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.56 – Análise de variância do pH da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|---------|---------|------------|
| Tratamentos | 6 | 0,05089 | 0,00848 | 101,7857** |
| Resíduo | 21 | 0,00175 | 0,00008 | - |
| Total | 27 | 0,05264 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.57 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro luminosidade (L*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|----------|----------|-------------|
| Tratamentos | 6 | 80,79172 | 13,46529 | 1996,6706** |
| Resíduo | 14 | 0,09440 | 0,00674 | - |
| Total | 20 | 80,88612 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.58 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro luminosidade (L*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|----------|---------|------------|
| Tratamentos | 6 | 44,58930 | 7,43155 | 120,1960** |
| Resíduo | 14 | 0,86560 | 0,06183 | - |
| Total | 20 | 45,45490 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.59 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro luminosidade (L*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|-------------|
| Tratamentos | 6 | 142,24458 | 23,70743 | 1174,4658** |
| Resíduo | 14 | 0,28260 | 0,02019 | - |
| Total | 20 | 142,52718 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.60 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro luminosidade (L*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 88,58352 | 14,76392 | 733,4808** |
| Resíduo | 14 | 0,28180 | - | - |
| Total | 20 | 88,86532 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.61 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro luminosidade (L*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|----------|----------|-------------|
| Tratamentos | 6 | 74,88760 | 12,48127 | 1815,1427** |
| Resíduo | 14 | 0,09627 | 0,00688 | - |
| Total | 20 | 74,98387 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.62 - Análise de variância dos valores médios do parâmetro luminosidade (L*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|-------------|
| Tratamentos | 6 | 112,06690 | 18,67782 | 1810,8686** |
| Resíduo | 14 | 0,14440 | 0,01031 | - |
| Total | 20 | 112,21130 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.63 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro luminosidade (L*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 78,91390 | 13,15232 | 768,4993** |
| Resíduo | 14 | 0,23960 | 0,01711 | - |
| Total | 20 | 79,15350 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.64 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro luminosidade (L*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 62,91810 | 10,48635 | 472,7637** |
| Resíduo | 14 | 0,31053 | 0,02218 | - |
| Total | 20 | 63,22863 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.65 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro intensidade de vermelho (+a*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 207,23678 | 34,53946 | 423,0555** |
| Resíduo | 14 | 1,14300 | 0,08164 | - |
| Total | 20 | 208,37978 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.66 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro intensidade de vermelho (+a*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|-----------|
| Tratamentos | 6 | 117,08598 | 19,51433 | 26,7629** |
| Resíduo | 14 | 10,20820 | 0,72916 | - |
| Total | 20 | 127,29418 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.67 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro intensidade de vermelho (+a*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 261,86563 | 43,64427 | 694,6564** |
| Resíduo | 14 | 0,87960 | 0,06283 | - |
| Total | 20 | 262,74523 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.68 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro intensidade de vermelho (+a*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 268,09830 | 44,68305 | 247,6495** |
| Resíduo | 14 | 2,52600 | 0,18043 | - |
| Total | 20 | 270,62430 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.69 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro intensidade de vermelho (+a*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 185,52776 | 30,92129 | 963,5661** |
| Resíduo | 14 | 0,44927 | 0,03209 | - |
| Total | 20 | 185,97703 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.70 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro intensidade de vermelho (+a*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 194,43310 | 32,40552 | 331,2480** |
| Resíduo | 14 | 1,36960 | 0,09783 | - |
| Total | 20 | 195,80270 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.71 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro intensidade de vermelho (+a*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 140,74663 | 23,45777 | 177,4991** |
| Resíduo | 14 | 1,85020 | 0,13216 | - |
| Total | 20 | 142,59683 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.72 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro intensidade de vermelho (+a*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 209,93025 | 34,98837 | 495,5526** |
| Resíduo | 14 | 0,98847 | 0,07060 | - |
| Total | 20 | 210,91871 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.73 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro intensidade de amarelo (+b*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 332,75126 | 55,45854 | 479,6661** |
| Resíduo | 14 | 1,61867 | 0,11562 | - |
| Total | 20 | 334,36992 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.74 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro intensidade de amarelo (+b*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 271,53276 | 45,25546 | 157,5538** |
| Resíduo | 14 | 4,02133 | 0,28724 | - |
| Total | 20 | 275,55 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.75 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro intensidade de amarelo (+b*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 138,41845 | 23,06974 | 143,1168** |
| Resíduo | 14 | 2,25673 | 0,16120 | - |
| Total | 20 | 140,67518 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.76 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro intensidade de amarelo (+b*) da formulação em pó com 10% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 196,34191 | 32,72365 | 103,6996** |
| Resíduo | 14 | 4,41787 | 0,31556 | - |
| Total | 20 | 200,75978 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.77 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro intensidade de vermelho (+a*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 166,05238 | 27,67540 | 762,1077** |
| Resíduo | 14 | 0,50840 | 0,03631 | - |
| Total | 20 | 166,56078 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.78 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro intensidade de vermelho (+a*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada na câmara de secagem e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|-------------|
| Tratamentos | 6 | 246,53498 | 41,08916 | 1407,3926** |
| Resíduo | 14 | 0,40873 | 0,02920 | - |
| Total | 20 | 246,94371 | -- | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.79 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro intensidade de amarelo (+b*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 1

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|------------|
| Tratamentos | 6 | 115,69692 | 19,28282 | 215,6570** |
| Resíduo | 14 | 1,25180 | 0,08941 | - |
| Total | 20 | 116,94872 | - | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela C.80 – Análise de variância dos valores médios do parâmetro intensidade de amarelo (+b*) da formulação em pó com 15% de maltodextrina, coletada no ciclone do secador e armazenada na embalagem Laminada 2

| Fonte de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-------------------|-------|-----------|----------|-----------|
| Tratamentos | 6 | 124,25923 | 20,70987 | 64,6827** |
| Resíduo | 14 | 4,48247 | 0,32018 | - |
| Total | 20 | 128,74170 | -- | - |

**Significativo a 1% de probabilidade; G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

APÊNDICE D

Tabela D.1 – Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de GAB a 20 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|---------------------|
| 0,418 | 9,0970 | -0,5655 | 6,63 |
| 0,524 | 11,3751 | 0,0536 | 0,47 |
| 0,587 | 13,1239 | 0,4158 | 3,07 |
| 0,640 | 14,9659 | 0,4794 | 3,10 |
| 0,716 | 18,4733 | 0,4241 | 2,24 |
| 0,768 | 21,8646 | -0,0992 | 0,46 |
| 0,796 | 24,2733 | -0,3386 | 1,41 |
| 0,818 | 26,4883 | -0,4241 | 1,63 |
| 0,922 | 45,7899 | 0,1243 | 0,27 |

Tabela D.2 – Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de GAB a 25 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|---------------------|
| 0,392 | 7,5253 | -0,3104 | 4,30 |
| 0,513 | 10,0315 | -0,1863 | 1,89 |
| 0,565 | 11,4048 | -0,0592 | 0,52 |
| 0,600 | 12,4822 | 0,4367 | 3,38 |
| 0,644 | 14,0983 | 0,3726 | 2,58 |
| 0,675 | 15,4123 | 0,4182 | 2,64 |
| 0,756 | 20,0916 | -0,2501 | 1,26 |
| 0,784 | 22,4065 | -0,4514 | 2,06 |
| 0,917 | 45,3828 | 0,0632 | 0,14 |

Tabela D.3 – Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de GAB a 30 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|---------------------|
| 0,412 | 8,8736 | -0,6847 | 8,36 |
| 0,523 | 10,8227 | 0,1175 | 1,07 |
| 0,581 | 12,2109 | 0,6510 | 5,06 |
| 0,642 | 14,1145 | 0,7872 | 5,28 |
| 0,679 | 15,5593 | 0,3632 | 2,28 |
| 0,723 | 17,7509 | -0,1155 | 0,65 |
| 0,749 | 19,3684 | -0,2895 | 1,52 |
| 0,773 | 21,1205 | -0,7990 | 3,93 |
| 0,909 | 43,2026 | 0,1070 | 0,25 |

Tabela D.4 – Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de GAB a 35 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|---------------------|
| 0,408 | 8,8342 | -0,6067 | 7,37 |
| 0,514 | 10,9018 | 0,0085 | 0,08 |
| 0,576 | 12,4815 | 0,5247 | 4,03 |
| 0,622 | 13,9452 | 0,4475 | 3,11 |
| 0,681 | 16,3347 | 0,4044 | 2,42 |
| 0,719 | 18,3361 | 0,2999 | 1,61 |
| 0,769 | 21,8630 | -0,4245 | 1,98 |
| 0,791 | 23,8036 | -0,6597 | 2,85 |
| 0,910 | 45,8451 | 0,1168 | 0,25 |

Tabela D.5 – Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de GAB a 40 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|---------------------|
| 0,372 | 6,7319 | -0,5579 | 9,04 |
| 0,496 | 9,1247 | -0,0738 | 0,82 |
| 0,547 | 10,3817 | 0,5517 | 5,05 |
| 0,603 | 12,0384 | 0,5136 | 4,09 |
| 0,644 | 13,5035 | 0,2825 | 2,05 |
| 0,688 | 15,4730 | -0,0934 | 0,61 |
| 0,704 | 16,2985 | -0,0509 | 0,31 |
| 0,745 | 18,7804 | -0,5796 | 3,18 |
| 0,916 | 46,3175 | 0,0403 | 0,09 |

Tabela D.6 – Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de GAB a 20 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|---------------------|
| 0,391 | 7,2025 | -0,1060 | 1,49 |
| 0,551 | 10,4197 | -0,2058 | 2,01 |
| 0,627 | 12,6348 | 0,2091 | 1,63 |
| 0,671 | 14,2565 | 0,2317 | 1,60 |
| 0,705 | 15,7945 | 0,3129 | 1,94 |
| 0,749 | 18,2391 | -0,0460 | 0,25 |
| 0,782 | 20,5626 | -0,1952 | 0,96 |
| 0,802 | 22,2522 | -0,2299 | 1,04 |
| 0,916 | 40,7088 | 0,0489 | 0,12 |

Tabela D.7 – Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de GAB a 25 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|---------------------|
| 0,397 | 8,6963 | -0,2542 | 3,01 |
| 0,541 | 11,5671 | -0,0869 | 0,76 |
| 0,609 | 13,5115 | 0,2759 | 2,00 |
| 0,655 | 15,1672 | 0,4018 | 2,58 |
| 0,700 | 17,1542 | 0,3238 | 1,85 |
| 0,745 | 19,7808 | -0,0208 | 0,11 |
| 0,775 | 21,9379 | -0,2737 | 1,26 |
| 0,796 | 23,7594 | -0,3853 | 1,65 |
| 0,914 | 44,0482 | 0,0774 | 0,18 |

Tabela D.8 – Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de GAB a 30 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|---------------------|
| 0,408 | 6,9176 | -0,1310 | 1,93 |
| 0,524 | 9,4301 | -0,4738 | 5,29 |
| 0,558 | 10,3263 | 0,2090 | 1,98 |
| 0,599 | 11,5674 | 0,4014 | 3,35 |
| 0,668 | 14,1880 | 0,2588 | 1,79 |
| 0,709 | 16,1852 | 0,1695 | 1,04 |
| 0,741 | 18,0589 | -0,0971 | 0,54 |
| 0,779 | 20,8403 | -0,3827 | 1,87 |
| 0,903 | 39,1278 | 0,0482 | 0,12 |

Tabela D.9 – Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de GAB a 35 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|---------------------|
| 0,387 | 7,6444 | -0,2879 | 3,91 |
| 0,518 | 10,1742 | 0,0495 | 0,48 |
| 0,582 | 11,8192 | 0,2156 | 1,79 |
| 0,625 | 13,1623 | 0,2672 | 1,99 |
| 0,660 | 14,4540 | 0,1492 | 1,02 |
| 0,706 | 16,5214 | 0,0652 | 0,39 |
| 0,738 | 18,2557 | -0,1174 | 0,65 |
| 0,777 | 20,9371 | -0,3555 | 1,73 |
| 0,912 | 40,9559 | 0,0485 | 0,12 |

Tabela D.10 – Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de GAB a 40 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|---------------------|
| 0,412 | 8,9246 | -0,6206 | 7,47 |
| 0,511 | 10,7638 | 0,1781 | 1,63 |
| 0,577 | 12,3587 | 0,5330 | 4,13 |
| 0,631 | 14,0112 | 0,4194 | 2,91 |
| 0,656 | 14,9217 | 0,3416 | 2,24 |
| 0,716 | 17,6200 | 0,0219 | 0,12 |
| 0,749 | 19,5742 | -0,3034 | 1,57 |
| 0,772 | 21,1603 | -0,5562 | 2,70 |
| 0,918 | 43,5775 | 0,0777 | 0,18 |

Tabela D.11 – Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida no ciclone de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de GAB a 20 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|----------------------|--|----------------|--------------------------------|
| 0,432 | 14,1005 | 1,6275 | 6,19 |
| 0,537 | 17,1096 | 2,1818 | 9,57 |
| 0,624 | 20,4074 | 1,47133 | 6,19 |
| 0,677 | 22,9988 | 0,9234 | 3,85 |
| 0,744 | 27,2113 | -0,2066 | 0,31 |
| 0,786 | 30,7658 | -1,3450 | 3,95 |
| 0,811 | 33,2514 | -1,8790 | 5,35 |
| 0,825 | 34,84054 | -2,1358 | 5,90 |
| 0,929 | 53,4734 | 1,3920 | 2,19 |

Tabela D.12 – Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida no ciclone de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de GAB a 25°C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|----------------------|--|----------------|----------------------------|
| 0,462 | 10,4612 | -0,4699 | 5,87 |
| 0,563 | 12,6736 | 0,5483 | 3,67 |
| 0,636 | 14,9228 | 0,4626 | 2,82 |
| 0,677 | 16,5513 | 0,4366 | 2,51 |
| 0,710 | 18,1200 | 0,3282 | 1,80 |
| 0,738 | 19,7167 | 0,0719 | 0,44 |
| 0,763 | 21,4204 | -0,3718 | 1,65 |
| 0,792 | 23,7661 | -0,8743 | 3,67 |
| 0,910 | 42,6994 | 0,1442 | 0,34 |

Tabela D.13 – Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida no ciclone de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de GAB a 30 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,428 | 10,2304 | -0,7661 | 8,09 |
| 0,506 | 11,9354 | 0,1067 | 0,89 |
| 0,552 | 13,0982 | 0,5817 | 4,25 |
| 0,593 | 14,3069 | 0,5014 | 3,39 |
| 0,667 | 17,0181 | 0,2395 | 1,39 |
| 0,708 | 18,9532 | 0,2191 | 1,14 |
| 0,745 | 21,0743 | -0,1771 | 0,85 |
| 0,777 | 23,2223 | -0,7929 | 3,54 |
| 0,904 | 38,8047 | 0,1466 | 0,38 |

Tabela D.14 – Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida no ciclone de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de GAB a 35 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|---------------------|
| 0,430 | 9,8845 | -0,8226 | 9,08 |
| 0,530 | 11,8607 | 0,4921 | 3,98 |
| 0,598 | 13,6744 | 0,7156 | 4,97 |
| 0,658 | 15,7107 | 0,4878 | 3,01 |
| 0,712 | 18,1371 | 0,2034 | 1,11 |
| 0,745 | 20,0524 | -0,1532 | 0,77 |
| 0,765 | 21,3647 | -0,3455 | 1,64 |
| 0,783 | 22,7219 | -0,5972 | 2,70 |
| 0,914 | 42,0300 | 0,1232 | 0,29 |

Tabela D.15 – Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida no ciclone de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de GAB a 20 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|----------------------|--|----------------|----------------------------|
| 0,436 | 10,59709 | -0,1200 | 7,34 |
| 0,544 | 12,93448 | 0,9269 | 4,40 |
| 0,630 | 15,52749 | 0,7899 | 4,19 |
| 0,684 | 17,75519 | 0,4830 | 2,73 |
| 0,745 | 21,12167 | -0,0823 | 0,27 |
| 0,784 | 24,03893 | -0,4955 | 1,23 |
| 0,806 | 25,97749 | -0,6120 | 1,50 |
| 0,822 | 27,64599 | -0,6572 | 1,53 |
| 0,924 | 46,73289 | 0,3351 | 0,35 |

Tabela D.16 – Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida no ciclone de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de GAB a 25 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|----------------------|--|----------------|----------------------------|
| 0,441 | 10,0368 | -0,3964 | 5,13 |
| 0,528 | 11,7833 | 0,7172 | 5,30 |
| 0,599 | 13,6768 | 0,8420 | 5,65 |
| 0,651 | 15,4922 | 0,7062 | 4,36 |
| 0,719 | 18,7013 | 0,2441 | 1,44 |
| 0,761 | 21,4956 | -0,2952 | 1,17 |
| 0,788 | 23,7038 | -0,6310 | 2,48 |
| 0,809 | 25,7866 | -1,0161 | 3,83 |
| 0,918 | 47,0936 | 0,2395 | 0,59 |

Tabela D.17 – Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida no ciclone de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de GAB a 30 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|---------------------|
| 0,434 | 8,9877 | -1,0614 | 13,39 |
| 0,521 | 10,9822 | 0,5117 | 4,45 |
| 0,578 | 12,5702 | 0,7334 | 5,51 |
| 0,625 | 14,1654 | 0,5097 | 3,47 |
| 0,685 | 16,7549 | 0,1685 | 1,00 |
| 0,719 | 18,5777 | 0,0228 | 0,12 |
| 0,747 | 20,3346 | -0,3618 | 1,81 |
| 0,767 | 21,8256 | -0,5674 | 2,67 |
| 0,910 | 42,9203 | 0,0926 | 0,22 |

Tabela D.18 – Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida no ciclone de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de GAB a 35 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|---------------------|
| 0,437 | 9,9441 | -0,5363 | 7,56 |
| 0,510 | 11,3554 | 0,1727 | 0,58 |
| 0,559 | 12,5398 | 0,9495 | 6,56 |
| 0,621 | 14,3794 | 0,8095 | 5,22 |
| 0,692 | 17,2291 | 0,1613 | 1,12 |
| 0,762 | 21,3010 | -0,5538 | 2,30 |
| 0,774 | 22,2302 | -0,3228 | 1,10 |
| 0,785 | 23,1571 | -0,5401 | 2,00 |
| 0,911 | 42,8037 | 0,2049 | 0,35 |

Tabela D.19 – Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida no ciclone de secagem, e o erro percentual, calculado para o modelo de GAB a 40 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada | Resíduo | Erro percentual |
|-------|--------------------------------|---------|-----------------|
| | (% b.s.) | | (%) |
| 0,421 | 9,6143 | -0,5601 | 6,19 |
| 0,516 | 11,5410 | 0,4303 | 3,59 |
| 0,580 | 13,2158 | 0,5937 | 4,30 |
| 0,624 | 14,6277 | 0,4203 | 2,79 |
| 0,701 | 17,9022 | -0,3840 | 2,19 |
| 0,742 | 20,2156 | -0,8429 | 4,35 |
| 0,769 | 22,1379 | -1,0743 | 5,10 |
| 0,790 | 23,9030 | 1,4718 | 5,80 |
| 0,914 | 43,5038 | -0,0243 | 0,06 |

Tabela C. 20 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Oswin a 20°C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada | Resíduo | Erro percentual |
|-------|--------------------------------|---------|-----------------|
| | (% b.s.) | | (%) |
| 0,418 | 8,9807 | -0,4493 | 5,27 |
| 0,524 | 11,5042 | -0,0755 | 0,66 |
| 0,587 | 13,3471 | 0,1925 | 1,42 |
| 0,640 | 15,2148 | 0,2305 | 1,49 |
| 0,716 | 18,6251 | 0,2723 | 1,44 |
| 0,768 | 21,8192 | -0,0538 | 0,25 |
| 0,796 | 24,0638 | -0,1292 | 0,54 |
| 0,818 | 26,1292 | -0,0650 | 0,25 |
| 0,922 | 45,9200 | -0,0058 | 0,01 |

Tabela D.21 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Oswin a 25 °C.

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,392 | 7,3159 | -0,1009 | 1,40 |
| 0,513 | 10,0245 | -0,1792 | 1,82 |
| 0,565 | 11,4705 | -0,1249 | 1,10 |
| 0,600 | 12,5836 | 0,3353 | 2,60 |
| 0,644 | 14,2211 | 0,2499 | 1,73 |
| 0,675 | 15,5281 | 0,3025 | 1,91 |
| 0,756 | 20,0620 | -0,2204 | 1,11 |
| 0,784 | 22,2662 | -0,3111 | 1,42 |
| 0,917 | 45,3833 | 0,0627 | 0,14 |

Tabela D.22 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Oswin a 30 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,412 | 7,8244 | 0,3645 | 4,45 |
| 0,523 | 10,4070 | 0,5332 | 4,87 |
| 0,581 | 12,0913 | 0,7707 | 5,99 |
| 0,642 | 14,2631 | 0,6387 | 4,29 |
| 0,679 | 15,8346 | 0,0879 | 0,55 |
| 0,723 | 18,1285 | -0,4930 | 2,80 |
| 0,749 | 19,7699 | -0,6910 | 3,62 |
| 0,773 | 21,5119 | -1,1904 | 5,86 |
| 0,909 | 42,8431 | 0,4665 | 1,08 |

Tabela D.23- Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Oswin a 35 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|----------------------|--|----------------|--------------------------------|
| 0,408 | 7,9791 | 0,2485 | 3,02 |
| 0,514 | 10,5502 | 0,3601 | 3,30 |
| 0,576 | 12,3981 | 0,6081 | 4,68 |
| 0,622 | 14,0380 | 0,3546 | 2,46 |
| 0,681 | 16,6016 | 0,1376 | 0,82 |
| 0,719 | 18,6683 | -0,0322 | 0,17 |
| 0,769 | 22,1908 | -0,7522 | 3,51 |
| 0,791 | 24,0855 | -0,9415 | 4,07 |
| 0,910 | 45,5361 | 0,4258 | 0,93 |

Tabela D.24 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Oswin a 40 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|----------------------|--|----------------|--------------------------------|
| 0,372 | 6,3878 | -0,2139 | 3,46 |
| 0,496 | 8,9995 | 0,0515 | 0,57 |
| 0,547 | 10,3496 | 0,5838 | 5,34 |
| 0,603 | 12,0939 | 0,4581 | 3,65 |
| 0,644 | 13,6042 | 0,1818 | 1,32 |
| 0,688 | 15,5935 | -0,2139 | 1,39 |
| 0,704 | 16,4157 | -0,1681 | 1,03 |
| 0,745 | 18,8554 | -0,6546 | 3,60 |
| 0,916 | 46,2434 | 0,1143 | 0,25 |

Tabela D.25 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Oswin a 20 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,391 | 7,0491 | 0,0509 | 0,67 |
| 0,551 | 10,5154 | -0,3015 | 2,95 |
| 0,627 | 12,7858 | 0,0581 | 0,45 |
| 0,671 | 14,3969 | 0,0913 | 0,63 |
| 0,705 | 15,8951 | 0,2123 | 1,32 |
| 0,749 | 18,2359 | -0,0428 | 0,24 |
| 0,782 | 20,4354 | -0,0680 | 0,33 |
| 0,802 | 22,0304 | -0,0081 | 0,04 |
| 0,916 | 40,7638 | -0,0060 | 0,01 |

Tabela D.26 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Oswin a 25 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,397 | 8,0318 | 0,4103 | 4,86 |
| 0,541 | 11,4539 | 0,0263 | 0,23 |
| 0,609 | 13,5972 | 0,1902 | 1,38 |
| 0,655 | 15,3415 | 0,2275 | 1,46 |
| 0,700 | 17,3634 | 0,1146 | 0,66 |
| 0,745 | 19,9536 | -0,1936 | 0,98 |
| 0,775 | 22,0359 | -0,3716 | 1,72 |
| 0,796 | 23,7760 | -0,4018 | 1,72 |
| 0,914 | 43,8991 | 0,2265 | 0,51 |

Tabela D.27 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Oswin a 30 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,408 | 7,0085 | -0,2218 | 3,27 |
| 0,524 | 9,5496 | -0,5933 | 6,62 |
| 0,558 | 10,4447 | 0,0907 | 0,86 |
| 0,599 | 11,6723 | 0,2965 | 2,48 |
| 0,668 | 14,2236 | 0,2232 | 1,54 |
| 0,709 | 16,1405 | 0,2141 | 1,31 |
| 0,741 | 17,9270 | 0,0349 | 0,19 |
| 0,779 | 20,5740 | -0,1164 | 0,57 |
| 0,903 | 39,2282 | -0,0522 | 0,13 |

Tabela D.28 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Oswin a 35 °C.

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,387 | 7,2737 | 0,0829 | 1,13 |
| 0,518 | 10,1121 | 0,1116 | 1,09 |
| 0,582 | 11,8762 | 0,1587 | 1,32 |
| 0,625 | 13,2719 | 0,1575 | 1,17 |
| 0,660 | 14,5832 | 0,0200 | 0,14 |
| 0,706 | 16,6324 | -0,0459 | 0,28 |
| 0,738 | 18,3175 | -0,1793 | 0,99 |
| 0,777 | 20,8865 | -0,3049 | 1,48 |
| 0,912 | 40,8964 | 0,1080 | 0,26 |

Tabela D.29 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Oswin a 40 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,412 | 8,3010 | 0,0029 | 0,04 |
| 0,511 | 10,5541 | 0,3879 | 3,54 |
| 0,577 | 12,3733 | 0,5184 | 4,02 |
| 0,631 | 14,1606 | 0,2700 | 1,87 |
| 0,656 | 15,1128 | 0,1505 | 0,99 |
| 0,716 | 17,8367 | -0,1948 | 1,10 |
| 0,749 | 19,7452 | -0,4745 | 2,46 |
| 0,772 | 21,2690 | -0,6649 | 3,23 |
| 0,918 | 43,4167 | 0,2385 | 0,55 |

Tabela D.30 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida no ciclone do secador, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Oswin a 20 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,432 | 14,8828 | 0,8452 | 5,37 |
| 0,537 | 18,0337 | 1,2578 | 6,52 |
| 0,624 | 21,2062 | 0,6725 | 3,07 |
| 0,677 | 23,5685 | 0,3537 | 1,48 |
| 0,744 | 27,2821 | -0,2775 | 1,03 |
| 0,786 | 30,3801 | -0,9593 | 3,26 |
| 0,811 | 32,5646 | -1,1922 | 3,80 |
| 0,825 | 33,9799 | -1,2751 | 3,90 |
| 0,929 | 53,7301 | 1,1354 | 2,07 |

Tabela D.31- Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida no ciclone do secador, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Oswin a 25 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|----------------------|--|----------------|--------------------------------|
| 0,462 | 9,8718 | 0,1195 | 1,20 |
| 0,563 | 12,5480 | 0,6738 | 5,10 |
| 0,636 | 15,0377 | 0,3478 | 2,26 |
| 0,677 | 16,7462 | 0,2417 | 1,42 |
| 0,710 | 18,3402 | 0,1079 | 0,59 |
| 0,738 | 19,9246 | -0,1359 | 0,69 |
| 0,763 | 21,5846 | -0,5359 | 2,55 |
| 0,792 | 23,8367 | -0,9450 | 4,13 |
| 0,910 | 42,4690 | 0,3746 | 0,87 |

Tabela D.32- Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida no ciclone do secador, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Oswin a 30 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|----------------------|--|----------------|--------------------------------|
| 0,428 | 10,1535 | -0,6892 | 7,28 |
| 0,506 | 12,0118 | 0,0303 | 0,25 |
| 0,552 | 13,2304 | 0,4495 | 3,29 |
| 0,593 | 14,4610 | 0,3473 | 2,35 |
| 0,667 | 17,1208 | 0,1369 | 0,79 |
| 0,708 | 18,9627 | 0,2096 | 1,09 |
| 0,745 | 20,9542 | -0,0570 | 0,27 |
| 0,777 | 22,9626 | -0,5332 | 2,38 |
| 0,904 | 38,8797 | 0,0716 | 0,18 |

Tabela D.33 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida no ciclone do secador, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Oswin a 35 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,430 | 9,3850 | -0,3231 | 3,57 |
| 0,530 | 11,7676 | 0,5852 | 4,74 |
| 0,598 | 13,7811 | 0,6089 | 4,23 |
| 0,658 | 15,9099 | 0,2885 | 1,78 |
| 0,712 | 18,3281 | 0,0124 | 0,07 |
| 0,745 | 20,1791 | -0,2799 | 1,41 |
| 0,765 | 21,4288 | -0,4096 | 1,95 |
| 0,783 | 22,7114 | -0,5866 | 2,65 |
| 0,914 | 41,8982 | 0,2550 | 0,61 |

Tabela D.34- Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida no ciclone do secador, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Oswin a 20 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,436 | 10,2841 | 0,1930 | 1,84 |
| 0,544 | 13,0659 | 0,7956 | 5,74 |
| 0,630 | 15,8564 | 0,4610 | 2,83 |
| 0,684 | 18,1011 | 0,1372 | 0,75 |
| 0,745 | 21,3368 | -0,2974 | 1,41 |
| 0,784 | 24,0592 | -0,5158 | 2,19 |
| 0,806 | 25,8511 | -0,4857 | 1,91 |
| 0,822 | 27,3921 | -0,4034 | 1,49 |
| 0,924 | 46,6351 | 0,4329 | 0,92 |

Tabela D.35 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida no ciclone do secador, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Oswin a 25 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada | Resíduo | Erro percentual |
|-------|--------------------------------|---------|-----------------|
| | (% b.s.) | | |
| 0,441 | 9,3035 | 0,3369 | 3,49 |
| 0,528 | 11,5191 | 0,9814 | 7,85 |
| 0,599 | 13,7276 | 0,7912 | 5,45 |
| 0,651 | 15,7175 | 0,4809 | 2,97 |
| 0,719 | 19,0368 | -0,0913 | 0,48 |
| 0,761 | 21,7963 | -0,5959 | 2,81 |
| 0,788 | 23,9249 | -0,8521 | 3,69 |
| 0,809 | 25,9070 | -1,1364 | 4,59 |
| 0,918 | 46,6537 | 0,6794 | 1,44 |

Tabela D.36 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida no ciclone do secador, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Oswin a 30 °C.

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada | Resíduo | Erro percentual |
|-------|--------------------------------|---------|-----------------|
| | (% b.s.) | | |
| 0,434 | 8,9176 | -0,9913 | 12,51 |
| 0,521 | 11,0403 | 0,4536 | 3,95 |
| 0,578 | 12,6818 | 0,6218 | 4,67 |
| 0,625 | 14,2899 | 0,3852 | 2,63 |
| 0,685 | 16,8310 | 0,0924 | 0,55 |
| 0,719 | 18,5832 | 0,0174 | 0,09 |
| 0,747 | 20,2543 | -0,2815 | 1,41 |
| 0,767 | 21,6647 | -0,4065 | 1,91 |
| 0,910 | 42,9414 | 0,0715 | 0,17 |

Tabela D.37 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida no ciclone do secador, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Oswin a 35 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,437 | 9,4006 | 0,0072 | 0,08 |
| 0,510 | 11,1524 | 0,3757 | 3,26 |
| 0,559 | 12,5355 | 0,9538 | 7,07 |
| 0,621 | 14,5678 | 0,6212 | 4,09 |
| 0,692 | 17,5251 | -0,1347 | 0,77 |
| 0,762 | 21,5184 | -0,7711 | 3,72 |
| 0,774 | 22,4076 | -0,5002 | 2,28 |
| 0,785 | 23,2897 | -0,6727 | 2,97 |
| 0,911 | 42,5249 | 0,4836 | 1,12 |

Tabela D.38 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida ciclone do secador, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Oswin a 40 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,421 | 9,1812 | -0,1270 | 1,40 |
| 0,516 | 11,4469 | 0,5245 | 4,38 |
| 0,580 | 13,2978 | 0,5117 | 3,71 |
| 0,624 | 14,7912 | 0,2567 | 1,71 |
| 0,701 | 18,0915 | -0,5733 | 3,27 |
| 0,742 | 20,3343 | -0,9616 | 4,96 |
| 0,769 | 22,1663 | -1,1027 | 5,24 |
| 0,790 | 23,8349 | 1,5399 | 6,07 |
| 0,914 | 43,4283 | 0,0512 | 0,12 |

Tabela D.39 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Peleg a 20 °C.

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,418 | 8,4009 | 0,1305 | 1,53 |
| 0,524 | 11,5521 | -0,1235 | 1,08 |
| 0,587 | 13,6032 | -0,0635 | 0,47 |
| 0,640 | 15,4998 | -0,0544 | 0,35 |
| 0,716 | 18,7253 | 0,1721 | 0,91 |
| 0,768 | 21,7534 | 0,0120 | 0,05 |
| 0,796 | 23,9746 | -0,0399 | 0,17 |
| 0,818 | 26,0916 | -0,0274 | 0,11 |
| 0,922 | 45,9092 | 0,0050 | 0,01 |

Tabela D.40 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Peleg a 25 C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,392 | 6,9063 | 0,3087 | 4,28 |
| 0,513 | 10,1519 | -0,3066 | 3,11 |
| 0,565 | 11,6972 | -0,3515 | 3,10 |
| 0,600 | 12,8116 | 0,1073 | 0,83 |
| 0,644 | 14,3705 | 0,1004 | 0,69 |
| 0,675 | 15,5792 | 0,2513 | 1,59 |
| 0,756 | 19,8413 | 0,0002 | 0,00 |
| 0,784 | 22,0427 | -0,0876 | 0,40 |
| 0,917 | 45,4397 | 0,0063 | 0,01 |

Tabela D.41 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Peleg a 30 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,412 | 8,0949 | 0,0940 | 1,15 |
| 0,523 | 11,1344 | -0,1942 | 1,78 |
| 0,581 | 12,8322 | 0,0298 | 0,23 |
| 0,642 | 14,7416 | 0,1601 | 1,07 |
| 0,679 | 15,9886 | -0,0661 | 0,42 |
| 0,723 | 17,7234 | -0,0880 | 0,50 |
| 0,749 | 18,9732 | 0,1058 | 0,55 |
| 0,773 | 20,3579 | -0,0364 | 0,18 |
| 0,909 | 43,3094 | 0,0002 | 0,00 |

Tabela D.42 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Peleg a 35 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,408 | 8,0557 | 0,1718 | 2,09 |
| 0,514 | 11,0990 | -0,1887 | 1,73 |
| 0,576 | 13,0006 | 0,0056 | 0,04 |
| 0,622 | 14,5217 | -0,1291 | 0,90 |
| 0,681 | 16,7095 | 0,0297 | 0,18 |
| 0,719 | 18,4212 | 0,2149 | 1,15 |
| 0,769 | 21,4611 | -0,0226 | 0,11 |
| 0,791 | 23,2157 | -0,0718 | 0,31 |
| 0,910 | 45,9574 | 0,0045 | 0,01 |

Tabela D.43 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Peleg a 40 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,372 | 6,0985 | 0,0754 | 1,22 |
| 0,496 | 9,3008 | -0,2499 | 2,76 |
| 0,547 | 10,7659 | 0,1675 | 1,53 |
| 0,603 | 12,4734 | 0,0786 | 0,63 |
| 0,644 | 13,8216 | -0,0356 | 0,26 |
| 0,688 | 15,4919 | -0,1123 | 0,73 |
| 0,704 | 16,1683 | 0,0793 | 0,49 |
| 0,745 | 18,1990 | 0,0018 | 0,01 |
| 0,916 | 46,3578 | -0,0001 | 0,00 |

Tabela D.44 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Peleg a 20 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,391 | 6,8648 | 0,2317 | 3,26 |
| 0,551 | 10,6866 | -0,4727 | 4,63 |
| 0,627 | 12,8684 | -0,0245 | 0,19 |
| 0,671 | 14,3781 | 0,1101 | 0,76 |
| 0,705 | 15,8061 | 0,3013 | 1,87 |
| 0,749 | 18,1338 | 0,0593 | 0,33 |
| 0,782 | 20,4356 | -0,0683 | 0,34 |
| 0,802 | 22,1578 | -0,1356 | 0,62 |
| 0,916 | 40,7392 | 0,0186 | 0,05 |

Tabela D.45 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Peleg a 25 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,397 | 8,2002 | 0,2420 | 2,87 |
| 0,541 | 11,9054 | -0,4253 | 3,70 |
| 0,609 | 13,8944 | -0,1070 | 0,78 |
| 0,655 | 15,4352 | 0,1338 | 0,86 |
| 0,700 | 17,2310 | 0,2470 | 1,41 |
| 0,745 | 19,6480 | 0,1120 | 0,57 |
| 0,775 | 21,7161 | -0,0518 | 0,24 |
| 0,796 | 23,5226 | -0,1485 | 0,64 |
| 0,914 | 44,1106 | 0,0150 | 0,03 |

Tabela D.46 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Peleg a 30 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,408 | 6,4506 | 0,3361 | 4,95 |
| 0,524 | 9,5396 | -0,5833 | 6,51 |
| 0,558 | 10,5360 | -0,0007 | 0,01 |
| 0,599 | 11,8335 | 0,1353 | 1,13 |
| 0,668 | 14,3617 | 0,0851 | 0,59 |
| 0,709 | 16,2062 | 0,1484 | 0,91 |
| 0,741 | 17,9403 | 0,0215 | 0,12 |
| 0,779 | 20,5806 | -0,1230 | 0,60 |
| 0,903 | 39,1678 | 0,0082 | 0,02 |

Tabela D.47 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Peleg a 35°C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,387 | 7,2401 | 0,1165 | 1,58 |
| 0,518 | 10,3922 | -0,1685 | 1,65 |
| 0,582 | 12,1062 | -0,0713 | 0,59 |
| 0,625 | 13,3894 | 0,0400 | 0,30 |
| 0,660 | 14,5778 | 0,0254 | 0,17 |
| 0,706 | 16,4671 | 0,1194 | 0,72 |
| 0,738 | 18,0870 | 0,0512 | 0,28 |
| 0,777 | 20,6919 | -0,1103 | 0,54 |
| 0,912 | 40,9981 | 0,0062 | 0,02 |

Tabela D.48 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida na câmara de secagem, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Peleg a 40 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,412 | 8,3058 | -0,0018 | 0,02 |
| 0,511 | 10,9577 | -0,0158 | 0,14 |
| 0,577 | 12,8269 | 0,0648 | 0,50 |
| 0,631 | 14,4739 | -0,0434 | 0,30 |
| 0,656 | 15,3012 | -0,0380 | 0,25 |
| 0,716 | 17,6033 | 0,0385 | 0,22 |
| 0,749 | 19,2519 | 0,0188 | 0,10 |
| 0,772 | 20,6278 | -0,0237 | 0,11 |
| 0,918 | 43,6549 | 0,0003 | 0,00 |

Tabela D.49 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida no ciclone do secador, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Peleg a 20 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|----------------------|--|----------------|--------------------------------|
| 0,432 | 15,7155 | 0,0125 | 0,08 |
| 0,537 | 19,1940 | 0,0974 | 0,51 |
| 0,624 | 22,0810 | -0,2022 | 0,92 |
| 0,677 | 23,9640 | -0,0418 | 0,17 |
| 0,744 | 26,8203 | 0,1844 | 0,68 |
| 0,786 | 29,3896 | 0,0312 | 0,11 |
| 0,811 | 31,3889 | -0,0165 | 0,05 |
| 0,825 | 32,7734 | -0,0686 | 0,21 |
| 0,929 | 54,8599 | 0,0056 | 0,01 |

Tabela D.50 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida no ciclone do secador, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Peleg a 25°C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|----------------------|--|----------------|--------------------------------|
| 0,462 | 9,9924 | -0,0011 | 0,01 |
| 0,563 | 13,1124 | 0,1094 | 0,83 |
| 0,636 | 15,5643 | -0,1789 | 1,16 |
| 0,677 | 17,0599 | -0,0719 | 0,42 |
| 0,710 | 18,3781 | 0,0700 | 0,38 |
| 0,738 | 19,6638 | 0,1249 | 0,63 |
| 0,763 | 21,0282 | 0,0205 | 0,10 |
| 0,792 | 22,9650 | -0,0732 | 0,32 |
| 0,910 | 42,8414 | 0,0022 | 0,01 |

Tabela D.51 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida ciclone do secador, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Peleg a 30 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|----------------------|--|----------------|--------------------------------|
| 0,428 | 9,5668 | -0,1025 | 1,08 |
| 0,506 | 12,0057 | 0,0365 | 0,30 |
| 0,552 | 13,4760 | 0,2039 | 1,49 |
| 0,593 | 14,8495 | -0,0412 | 0,28 |
| 0,667 | 17,4777 | -0,2201 | 1,28 |
| 0,708 | 19,1044 | 0,0679 | 0,35 |
| 0,745 | 20,7867 | 0,1105 | 0,53 |
| 0,777 | 22,4900 | -0,0606 | 0,27 |
| 0,904 | 38,9507 | 0,0006 | 0,00 |

Tabela D.52 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 10% de maltodextrina obtida no ciclone do secador, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Peleg a 35 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|----------------------|--|----------------|--------------------------------|
| 0,430 | 9,2153 | -0,1534 | 1,69 |
| 0,530 | 12,1534 | 0,1994 | 1,61 |
| 0,598 | 14,3103 | 0,0797 | 0,55 |
| 0,658 | 16,3136 | -0,1152 | 0,71 |
| 0,712 | 18,3837 | -0,0432 | 0,24 |
| 0,745 | 19,9272 | -0,0280 | 0,14 |
| 0,765 | 20,9863 | 0,0329 | 0,16 |
| 0,783 | 22,1046 | 0,0202 | 0,09 |
| 0,914 | 42,1545 | -0,0013 | 0,00 |

Tabela D.53 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida no ciclone do secador, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Peleg a 20 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,436 | 10,5766 | -0,0996 | 0,95 |
| 0,544 | 13,6949 | 0,1665 | 1,20 |
| 0,630 | 16,3367 | -0,0193 | 0,12 |
| 0,684 | 18,2724 | -0,0341 | 0,19 |
| 0,745 | 21,0652 | -0,0258 | 0,12 |
| 0,784 | 23,5860 | -0,0425 | 0,18 |
| 0,806 | 25,3563 | 0,0091 | 0,04 |
| 0,822 | 26,9435 | 0,0453 | 0,17 |
| 0,924 | 47,0721 | -0,0041 | 0,01 |

Tabela D.54 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida no ciclone do secador, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Peleg a 25 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,441 | 9,7385 | -0,0981 | 1,02 |
| 0,528 | 12,3217 | 0,1789 | 1,43 |
| 0,599 | 14,5371 | -0,0183 | 0,13 |
| 0,651 | 16,2891 | -0,0907 | 0,56 |
| 0,719 | 18,9548 | -0,0094 | 0,05 |
| 0,761 | 21,1783 | 0,0222 | 0,10 |
| 0,788 | 23,0057 | 0,0671 | 0,29 |
| 0,809 | 24,8264 | -0,0559 | 0,23 |
| 0,918 | 47,3321 | 0,0010 | 0,00 |

Tabela D.55 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida no ciclone do secador, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Peleg a 30 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,434 | 8,3378 | -0,4115 | 5,19 |
| 0,521 | 11,1033 | 0,3906 | 3,40 |
| 0,578 | 13,0383 | 0,2653 | 1,99 |
| 0,625 | 14,7500 | -0,0748 | 0,51 |
| 0,685 | 17,1410 | -0,2176 | 1,29 |
| 0,719 | 18,6376 | -0,0370 | 0,20 |
| 0,747 | 20,0111 | -0,0383 | 0,19 |
| 0,767 | 21,1644 | 0,0937 | 0,44 |
| 0,910 | 43,0143 | -0,0014 | 0,00 |

Tabela D.56 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida no ciclone do secador, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Peleg a 35 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|-------|--|---------|------------------------|
| 0,437 | 9,5523 | -0,1445 | 1,54 |
| 0,510 | 11,6415 | -0,1134 | 0,98 |
| 0,559 | 13,1303 | 0,3590 | 2,66 |
| 0,621 | 15,0884 | 0,1006 | 0,66 |
| 0,692 | 17,6238 | -0,2333 | 1,34 |
| 0,762 | 20,9623 | -0,2151 | 1,04 |
| 0,774 | 21,7438 | 0,1636 | 0,75 |
| 0,785 | 22,5402 | 0,0767 | 0,34 |
| 0,911 | 43,0131 | -0,0046 | 0,01 |

Tabela D.57 - Valores estimados da umidade de equilíbrio da formulação em pó com 15% de maltodextrina obtida no ciclone de secador, resíduo e o erro percentual, calculado para o modelo de Peleg a 40 °C

| a_w | Umidade de equilíbrio estimada (% b.s.) | Resíduo | Erro percentual (%) |
|----------------------|--|----------------|--------------------------------|
| 0,421 | 9,4571 | -0,4029 | 4,45 |
| 0,516 | 11,7106 | 0,2607 | 2,18 |
| 0,580 | 13,3998 | 0,4097 | 2,97 |
| 0,624 | 14,7371 | 0,3109 | 2,07 |
| 0,701 | 17,8210 | -0,3028 | 1,73 |
| 0,742 | 20,0927 | -0,7199 | 3,72 |
| 0,769 | 22,0486 | -0,9850 | 4,68 |
| 0,790 | 23,8866 | 1,4883 | 5,87 |
| 0,914 | 43,5549 | -0,0754 | 0,17 |