



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



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Dissertação de Mestrado

DESIDRATAÇÃO DA POLPA DE BURITI E ARMAZENAMENTO
DO PRODUTO SECO

MARINALVA DAS NEVES LOUREIRO

Biblioteca UFCCG
SMBC_CDSA
CAMPUS DE SUMÉ
Reg. 12441/13

Campina Grande
Paraíba



**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**

**DESIDRATAÇÃO DA POLPA DE BURITI E ARMAZENAMENTO
DO PRODUTO SECO**

MARINALVA DAS NEVES LOUREIRO

Campina Grande – Paraíba

JULHO - 2006

**DESIDRATAÇÃO DA POLPA DE BURITI E ARMAZENAMENTO
DO PRODUTO SECO**

MARINALVA DAS NEVES LOUREIRO

**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

JULHO - 2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

L892 Loureiro, Marinalva das Neves
2006 Desidratação da polpa de buriti e armazenamento do produto seco / Marinalva das Neves Loureiro. — Campina Grande. 2006.
150fs.: il.

Referências.

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

Orientadora: Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo.

1— Mauritia Flexuosa L 2— Secagem 3— Armazenamento 4— Embalagem
I— Título

CDU 634.61



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



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

MARINALVA DAS NEVES LOUREIRO

DESIDRATAÇÃO DA POLPA DE BURITI E ARMAZENAMENTO DO PRODUTO SECO

BANCA EXAMINADORA

PARECER

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

Aprovado

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

APROVADO

Vimário Simões S.C.
Dr. Vimário Simões Silva - Examinador

Aprovado

Francisco de Assis Cardoso Almeida
Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida - Examinador

Aprovado

JULHO - 2006

DEDICATÓRIA

À DEUS, pela força concedida todos os dias da minha vida, e por realizar e concretizar este trabalho.

À minha família e amigos, pela gratidão e carinho.

Dedico em especial ao meu pai: José Maciel Loureiro (in memoriam), por ter sido a pedra fundamental nos meus estudos.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe: **Maria Adelaide das Neves**, pela pessoa serena, compreensível e amiga.

À minha família: irmãos (**Fátima, Rosângela, Eliane, Onildo, Newton (in memorian)**), e em especial a **Eliete e Osanan**), sobrinhos, tios, primos e cunhados, com carinho.

Aos meus orientadores **Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo e Alexandre José de Melo Queiroz**, pela orientação, compreensão e amizade.

À **Sckaymenn**, pela atenção, ajuda e carinho. Obrigada por tudo.

Aos amigos, **Eronilson, Solange e Luciana**, que foram pessoas fundamentais na realização e concretização deste trabalho.

À **Ana Paula e família**, pelo acolhimento e carinho.
, pela gentileza e apoio.

À Escola Técnica Federal de Codó/MA, pelo espaço cedido e ao corpo docente e discente, que contribuíram neste trabalho, e em especial o Diretor: **Fábio Lustosa**, pela sua gratidão.

Às indústrias: **São Braz e Felinto (Embalagens)**, pela gentileza e apoio, e que cederam as embalagens utilizadas neste trabalho.

Aos colegas **Cândido Ferreira Neto, Marcelo Muniz e Daniely Curvelo**, pela ajuda prestada.

Os examinadores **Vimário Simões Silva e Francisco de Assis Cardoso Almeida**, pelas sugestões concedidas.

Aos amigos irmãos, **Cardoso e D. Nalda**, pela amizade, palavras amigas, a eles minha admiração e carinho, por me ajudar de forma grandiosa e inesquecível.

Aos colegas do curso, **Jedma, Kelly Edênia, Ranilda, Ivonete, Maria de Fátima, Yvson (in memorian), Karla, Jean, Jane, Cessa, Adriano, Ezenildo, Marta, Diniz, Ticiane, Jardel, Regilane e João**, pelas reflexões, sugestões, apoio e críticas.

Aos todos os professores do programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, que participaram de forma direta ou indireta na concretização deste trabalho.

Aos funcionários, **Rivanilda, Maria Aparecida, Luciene, Luisinho, Flávio e Antônio**, pela atenção dispensadas.

Aos amigos, **Maria José, Walquíria, Concita, Leonice, Walter Maia, Yuri**, pela amizade e companheirismo.

À **UFCG**, pelo apoio e oportunidade para realização deste trabalho.

Enfim, **a todos** que contribuíram direta ou indiretamente na realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

UFCG - BIBLIOTECA

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE SÍMBOLOS	xiv
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 – Objetivo geral	3
1.1.1 – Objetivos específicos	3
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 – O buriti	4
2.1.1 – Características, ocorrência e fenologia	4
2.1.2 – Utilidades	6
2.1.3 – Aspectos nutricionais	7
2.2 - Características físico-químicas	9
2.2.1 – Umidade	9
2.2.2 – pH	10
2.2.3 - Sólidos solúveis totais (°Brix)	11
2.2.4 - Acidez total titulável	12
2.2.5 – Cinzas	13
2.2.6 – Açúcares	13
2.2.7 – Cor	14
2.3 – Secagem	16
2.3.1 – Períodos de secagem	18
2.3.1.1 - Período de indução	18
2.3.1.2 – Período de secagem à taxa constante	19
2.3.1.3 – Período de secagem à taxa decrescente	20
2.3.2 – Cinética de secagem.....	21
2.3.2.1 – Modelos	22
2.4 - Atividade de água	24
2.5 – Embalagem	29
2.5.1 – Polietileno	31

2.5.2 – Laminado	32
3 - MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 - Matéria-prima	33
3.1.1 - Obtenção da matéria-prima	33
3.2 - Caracterização físico-química da matéria-prima	34
3.2.1 – pH	34
3.2.2 - Acidez total titulável	35
3.2.3 – Umidade	35
3.2.4 – Sólidos solúveis totais (°Brix)	35
3.2.5 - Açúcares redutores	35
3.2.6 – Cinzas	35
3.2.7 – Cor	35
3.3 – Secagem	36
3.3.1 – Curvas de secagem	36
3.3.2 - Modelos matemáticos	36
3.4 – Trituração	38
3.5 - Caracterização físico-química do buriti em pó	38
3.6 - Isotermas de adsorção de umidade	38
3.6.1 - Erros experimentais	40
3.7 – Armazenamento.....	41
3.8 - Análise estatística	42
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1 - Caracterização da polpa do buriti	43
4.2 - Curvas de secagem da polpa de buriti	44
4.3 - Caracterização do buriti em pó	49
4.4 – Isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó	52
4.5 - Armazenamento do buriti em pó	65
4.5.1 – pH	65
4.5.2 - Sólidos solúveis totais (°Brix)	68
4.5.3 - Acidez total titulável	71
4.5.4 - Açúcares redutores	74
4.5.5 – Umidade	77
4.5.6 – Cinzas	80



4.5.7 – Luminosidade	82
4.5.8 - Intensidade de vermelho (+a*)	84
4.5.9 - Intensidade de amarelo (+b*)	86
5 – CONCLUSÕES	89
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
APÊNDICE A	112
APÊNDICE B	114
APÊNDICE C	118
APÊNDICE D	137
APÊNDICE E	141

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Palmeira do buriti	5
Figura 2.2 – Fruto do buritizeiro (<i>Mauritia flexuosa</i> L.)	5
Figura 3.1 - Fluxograma das principais etapas desenvolvidas neste trabalho	34
Figura 4.1 - Curvas de secagem da polpa de buriti nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C	45
Figura 4.2 - Curvas de secagem experimentais da polpa de buriti a 50, 60 e 70 °C, ajustadas pelo modelo de Page	48
Figura 4.3 - Curvas de secagem experimentais da polpa de buriti a 50, 60 e 70 °C, ajustadas pelo modelo de Henderson.....	48
Figura 4.4 - Curvas de secagem experimentais da polpa de buriti a 50, 60 e 70 °C, ajustadas pelo modelo de Henderson & Pabis	49
Figura 4.5 - Isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, desidratado a 50 °C, ajustadas pelo modelo de Peleg	64
Figura 4.6 - Isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, desidratado a 60 °C, ajustadas pelo modelo de Peleg	64
Figura 4.7 - Isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, desidratado a 70 °C, ajustadas pelo modelo de Peleg	65
Figura D.1 - Isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, ajustadas pelo modelo de Smith, desidratado a 50 °C	138
Figura D.2 - Isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, ajustadas pelo modelo de GAB, desidratado a 50 °C	138
Figura D.3 - Isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, ajustadas pelo modelo de Smith, desidratado a 60 °C	139
Figura D.4 - Isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, ajustadas pelo modelo de GAB, desidratado a 60 °C	139
Figura D.5 - Isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, ajustadas pelo modelo de Smith, desidratado a 70 °C	140
Figura D.6 - Isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, ajustadas pelo modelo de GAB, desidratado a 70 °C	140

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Composição química e físico-química da polpa de buriti (<i>Mauritia flexuosa</i> L.) e da polpa desidratado	8
Tabela 2.2 – Composição centesimal da polpa do fruto do buriti (<i>Mauritia vinifera</i> , Mart.) <i>in natura</i> e da farinha da polpa seca e prensada	9
Tabela 3.1 - Atividade de água das soluções saturadas de sais	39
Tabela 4.1 - Caracterização físico-química da polpa de buriti	43
Tabela 4.2 - Parâmetros de ajuste dos modelos de Page, Henderson & Pabis e Henderson e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e desvios quadráticos médios (DQM)	47
Tabela 4.3 – Caracterização físico-química do buriti em pó	50
Tabela 4.4 - Valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_{eq}) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, para as diferentes atividades de água (a_w), em temperaturas de 10 a 40 °C	54
Tabela 4.5 - Valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_{eq}) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, para as diferentes atividades de água (a_w), em temperaturas de 10 a 40 °C.....	55
Tabela 4.6 - Valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_{eq}) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, para as diferentes atividades de água (a_w), em temperaturas de 10 a 40 °C	56
Tabela 4.7 - Parâmetros dos modelos ajustados as isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, desidratado a 50 °C, coeficientes de determinação (R^2) e desvios percentuais médios (P), nas temperaturas de 10 a 40 °C	60
Tabela 4.8 - Parâmetros dos modelos ajustados as isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, desidratado a 60 °C, coeficientes de determinação (R^2) e desvios percentuais médios (P), nas temperaturas de 10 a 40 °C	61
Tabela 4.9 - Parâmetros dos modelos ajustados as isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, desidratado a 70 °C, coeficientes de determinação (R^2) e desvios percentuais médios (P), nas temperaturas de 10 a 40 °C	62

Tabela 4.10 - Valores médios do pH do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	66
Tabela 4.11 - Valores médios do pH do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	67
Tabela 4.12 - Valores médios do pH do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	68
Tabela 4.13 - Valores médios dos sólidos solúveis totais (°Brix) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	69
Tabela 4.14 - Valores médios dos sólidos solúveis totais (°Brix) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	70
Tabela 4.15 - Valores médios dos sólidos solúveis totais (°Brix) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	71
Tabela 4.16 - Valores médios da acidez total titulável (% ácido cítrico) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	72
Tabela 4.17 - Valores médios da acidez total titulável (% ácido cítrico) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	73
Tabela 4.18 - Valores médios da acidez total titulável (% ácido cítrico) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	74
Tabela 4.19 - Valores médios dos açúcares redutores (% glicose) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	75
Tabela 4.20 - Valores médios dos açúcares redutores (% glicose) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	76
Tabela 4.21 - Valores médios dos açúcares redutores (% glicose) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	77



Tabela 4.22 - Valores médios da umidade (%) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	78
Tabela 4.23 - Valores médios da umidade (%) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	80
Tabela 4.24 - Valores médios da umidade (%) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	80
Tabela 4.25 - Valores médios das cinzas (%) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	81
Tabela 4.26 - Valores médios das cinzas (%) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	82
Tabela 4.27 - Valores médios das cinzas (%) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	82
Tabela 4.28 - Valores médios da luminosidade (L*) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	83
Tabela 4.29 - Valores médios da luminosidade (L*) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	84
Tabela 4.30 - Valores médios da luminosidade (L*) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	84
Tabela 4.31 - Valores médios da intensidade de vermelho (+a*) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	85
Tabela 4.32 - Valores médios da intensidade de vermelho (+a*) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	85
Tabela 4.33 - Valores médios da intensidade de vermelho (+a*) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	86
Tabela 4.34 - Valores médios da intensidade de amarelo (+b*) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	87
Tabela 4.35 - Valores médios da intensidade de amarelo (+b*) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	87

Tabela 4.36 - Valores médios da intensidade de amarelo (+b*) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	88
Tabela A.1 - Dados experimentais das cinéticas das secagens da polpa de buriti nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C	113
Tabela B.1 - Análise de variância dos valores médios dos sólidos solúveis totais (°Brix) do buriti em pó, desidratado nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C	115
Tabela B.2 - Análise de variância dos valores médios do pH do buriti em pó, desidratado nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C	115
Tabela B.3 - Análise de variância dos valores médios da umidade do buriti em pó, desidratado nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C	115
Tabela B.4 - Análise de variância dos valores médios da acidez total titulável do buriti em pó, desidratado nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C	115
Tabela B.5 - Análise de variância dos valores médios das cinzas do buriti em pó, desidratado nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C	116
Tabela B.6 - Análise de variância dos valores médios dos açúcares redutores do buriti em pó, desidratado nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C	116
Tabela B.7 - Análise de variância dos valores médios da luminosidade do buriti em pó, desidratado nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C	116
Tabela B.8 - Análise de variância dos valores médios da intensidade de vermelho (+a*) do buriti em pó, desidratado nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C	116
Tabela B.9 - Análise de variância dos valores médios da intensidade de amarelo (+b*) do buriti em pó, desidratado nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C	117
Tabela C.1 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 10 °C	119
Tabela C.2 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 20 °C	119

Tabela C.3 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 30 °C	120
Tabela C.4 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 40 °C	120
Tabela C.5 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 10 °C	121
Tabela C.6 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 20 °C	121
Tabela C.7 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 30 °C	122
Tabela C.8 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 40 °C	122
Tabela C.9 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 10 °C	123
Tabela C.10 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 20 °C	123
Tabela C.11 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 30 °C	124
Tabela C.12 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 40 °C	124
Tabela C.13 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 10 °C	125

Tabela C.14 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 20 °C	125
Tabela C.15 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 30 °C	126
Tabela C.16 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 40 °C	126
Tabela C.17 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 10 °C	127
Tabela C.18 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 20 °C	127
Tabela C.19 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 30 °C	128
Tabela C.20 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 40 °C	128
Tabela C.21 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 10 °C	129
Tabela C.22 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 20 °C	129
Tabela C.23 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 30 °C	130
Tabela C.24 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 40 °C	130

Tabela C.25 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 10 °C	131
Tabela C.26 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 20 °C	131
Tabela C.27 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 30 °C	132
Tabela C.28 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 40 °C	132
Tabela C.29 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 10 °C	133
Tabela C.30 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 20 °C	133
Tabela C.31 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 30 °C	134
Tabela C.32 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 40 °C	134
Tabela C.33 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 10 °C	135
Tabela C.34 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 20 °C	135
Tabela C.35 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 30 °C	136



Tabela C.36 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 40 °C	136
Tabela E.1 - Análise de variância do pH do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento	142
Tabela E.2 - Análise de variância do pH do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento	142
Tabela E.3 - Análise de variância do pH do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento	142
Tabela E.4 - Análise de variância dos sólidos solúveis totais (°Brix) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento	143
Tabela E.5 - Análise de variância dos sólidos solúveis totais (°Brix) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento	143
Tabela E.6 - Análise de variância dos sólidos solúveis totais (°Brix) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento	143
Tabela E.7 - Análise de variância da acidez total titulável do buriti em pó, seco à 50 °C, durante o armazenamento	144
Tabela E.8 - Análise de variância da acidez total titulável do buriti em pó, seco à 60 °C, durante o armazenamento	144
Tabela E.9 - Análise de variância da acidez total titulável do buriti em pó, seco à 70 °C, durante o armazenamento	144
Tabela E.10 - Análise de variância dos açúcares redutores do buriti em pó, seco à 50 °C, durante o armazenamento	145
Tabela E.11 - Análise de variância dos açúcares redutores do buriti em pó, seco à 60 °C, durante o armazenamento	145
Tabela E.12 - Análise de variância dos açúcares redutores do buriti em pó, seco à 70 °C, durante o armazenamento	145
Tabela E.13 - Análise de variância da umidade do buriti em pó, seco à 50 °C, durante o armazenamento	146
Tabela E.14 - Análise de variância da umidade do buriti em pó, seco à 60 °C, durante o armazenamento	146
Tabela E.15 - Análise de variância da umidade do buriti em pó, seco à 70 °C, durante o armazenamento	146

Tabela E.16 - Análise de variância das cinzas do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento	147
Tabela E.17 - Análise de variância das cinzas do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento	147
Tabela E.18 - Análise de variância das cinzas do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento	147
Tabela E.19 - Análise de variância dos valores médios da luminosidade do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento	148
Tabela E.20 - Análise de variância dos valores médios da luminosidade do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento	148
Tabela E.21 - Análise de variância dos valores médios da luminosidade do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento	148
Tabela E.22 - Análise de variância da intensidade de vermelho (+a*) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento	149
Tabela E.23 - Análise de variância da intensidade de vermelho (+a*) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento	149
Tabela E.24 - Análise de variância da intensidade de vermelho (+a*) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento	149
Tabela E.25 - Análise de variância da intensidade de amarelo (+b*) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento	150
Tabela E.26 - Análise de variância da intensidade de amarelo (+b*) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento	150
Tabela E.27 - Análise de variância da intensidade de amarelo (+b*) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento	150

LISTA DE SÍMBOLOS

B.O.D. – Demanda Bioquímica de Oxigênio

b.s. – base seca

DMS – Desvio mínimo significativo

MG – Média geral

CV – Coeficiente de variação

RU – Razão de umidade

GL – Grau de liberdade

SQ – Soma dos quadrados

QM – Quadrado médio dos desvios

F – Variável do teste

UFCC - BIBLIOTECA



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: **Desidratação da polpa de buriti e armazenamento do produto seco**

Autora: **Marinalva das Neves Loureiro**

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

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de se desidratar polpa de buriti e avaliar seu comportamento em condições de armazenamento. A polpa foi desidratada em estufa nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C e o material seco foi triturado para a obtenção das amostras em forma de pó. A desidratação foi descrita por meio de curvas de secagem ajustadas com os modelos de Page, Henderson & Pabis e Henderson. A amostra em pó foi armazenada por um período de 90 dias, à temperatura ambiente, em dois tipos de embalagens, sendo uma de polietileno e a outra do tipo laminada. A polpa *in natura* foi caracterizada quanto a parâmetros físico-químicos. Após a elaboração do pó, foi realizada sua caracterização mediante análises físico-químicas e iniciado o armazenamento, repetindo-se as análises em intervalos regulares de 15 dias. O pó foi avaliado quanto ao seu comportamento higroscópico, determinando-se as isotermas de adsorção de umidade nas temperaturas de 10, 20, 30 e 40 °C, com curvas de ajuste de dados elaboradas a partir dos modelos de Peleg, Gab e Smith. As características analisadas na polpa *in natura* e no produto em pó foram pH, acidez total titulável, umidade, sólidos solúveis totais (°Brix), açúcares redutores, cinzas e cor (parâmetros L*, a*, b*). A caracterização físico-química da polpa *in natura* resultou em valores médios de 77,25% para umidade; 0,80% para cinzas; 0,98% para açúcares redutores; 0,28% para acidez total titulável; 9,80 °Brix para sólidos solúveis totais; 3,70 para pH; 42,07 para luminosidade (L*); +18,27 para intensidade de vermelho (+a*) e +33,67 para intensidade de amarelo (+b*). O produto em pó apresentou, em relação à polpa *in natura*, aumento na acidez, no teor de cinzas, nos açúcares redutores e nos sólidos solúveis totais (°Brix). Também foram constatados valores superiores nas intensidades de vermelho e amarelo, e inferiores de luminosidade em relação à polpa *in natura*. No estudo da estabilidade dos parâmetros físico-químicos do produto em pó durante o período de armazenamento observou-se, ao final do tempo de estudo, uma melhor estabilidade nas amostras armazenadas em embalagem laminada, sobretudo em relação à umidade. Os modelos de Henderson, Page e Henderson & Pabis se ajustaram bem aos dados experimentais de secagem. Para os ajustes das isotermas a aplicação dos modelos de Peleg e GAB resultou em bons ajustes.

Palavras-chave: *Mauritia flexuosa* L., secagem, armazenagem, embalagem.





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: **Drying of the buriti pulp and storage of the dry product**

Author: **Marinalva das Neves Loureiro**

Supervisors: **Prof.^ª. Dra. Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo**

Prof. Dr. Alexandre José de Melo Queiroz

ABSTRACT

This aim of this work was dehydrate the buriti pulp and to evaluate its behavior in storage conditions. The pulp was drying in stove in temperatures of 50, 60 and 70 °C and the dry material was triturated for to obtain the samples in powder forms. The drying curves were fitted with the Page, Henderson & Pabis and Henderson models. The powder was submitted at 90 days stored period, at room temperature, in two packing types, polyethylene and laminated. The *in natura* pulp was characterized as for physiochemical parameters. The physiochemical characterization of the powder was accomplished in the start of storage, repeating the analyses each 15 days. The hygroscopic behavior of the powder was evaluated, determining the moisture adsorption isotherms in temperatures of 10, 20, 30 and 40 °C, and the curves fitted by the Peleg, GAB and Smith models. The characteristics analysed in the *in natura* pulp and the powder product were pH, titratable acidity, moisture, total soluble solids (°Brix), reducers sugars, ash and color (L*, a*, b*). The physiochemical characterization of the *in natura* pulp result in average values of 77.25% for moisture; 0.80% for ashes; 0.98% for reducers sugars; 0.28% for titratable acidity; 9.80 °Brix for total soluble solids; 3.70 for pH; 42.07 for brightness (L*); +18.27 for redness (+a*) and +33.67 for yellowness (+b*). The powder product presented, in relation to the *in natura* pulp, increase in the acidity, in the ash content, in the reducers sugars and the total soluble solids (°Brix) content. Also increases of the redness and yellowness were verified, and inferiors values of brightness in relation to the *in natura* pulp. In the study of the stability of the physiochemical characteristics parameters of the powder during the storage period was observed at the end of the time of study, a better stability in the samples stored in laminated packing, above all in relation to moisture. The Henderson, Page and Henderson & Pabis models were well fitting to the experimental data of drying. For the fittings of the isotherms, the application of the Peleg and GAB models result in good fittings.

Key words: *Mauritia flexuosa*, drying, storage, packing

1 – INTRODUÇÃO

O Brasil, devido a sua localização geográfica e dimensão territorial, é um dos maiores repositórios de espécies nativas do mundo, possuindo importantes centros de diversidade genética tanto de plantas nativas como de cultivadas. A região amazônica é a principal reserva, onde são encontradas mais de 500 espécies somente de frutíferas nativas com potencial de uso pelo homem. A segunda maior reserva genética de espécies nativas, do Brasil, se encontra no ecossistema dos cerrados (Brasil Central e Nordeste). Em decorrência da extensão territorial, posição geográfica e fatores edafo-climáticos, o Brasil produz tanto frutas tropicais como temperadas, o que o credencia a ocupar papel de destaque no contexto internacional (HOMMA, 1993).

Dentre as inúmeras palmeiras nativas com potencial econômico destaca-se, na América Latina, o buriti, não somente por ser a mais alta, mas pela estética e grande utilidade. Das 11 espécies disseminadas no Brasil, as duas mais importantes são *Mauritia flexuosa* L. e *Mauritia vinifera* Mart. (TAVARES et al., 1996). O buritizeiro é uma planta da família das palmáceas, sub-família Lepidocaridae, de grande porte e folhas dispostas em leques, ocorrendo tipicamente em pequenos bosques mono-específicos chamados de buritizais. De procedência da América Equatorial, sua distribuição no Brasil se dá nas regiões Norte, Nordeste e Central do Brasil. Frutifica de dezembro a junho, com uma produção de dois a cinco mil frutos por árvore (CAVALCANTE, 1991).

De acordo com ALMEIDA et al. (1998) o buritizeiro, conhecido como “Árvore da Vida”, dele tudo se aproveita, sendo que em cada região tem um uso específico: é palmeira ornamental da folhagem ao cacho dos frutos; é generalizado o uso alimentar dessa espécie na região; da parte vegetativa, extrai-se o palmito; o lenho serve aos seringueiros para fazerem as talas com as quais colhem o látex; do caule, retira-se uma seiva adocicada que contém cerca de 93% de sacarose e da qual fabrica-se o vinho; da medula do tronco, retira-se a ipurana, uma fécula cuja qualidade e sabor assemelha-se ao sagu e farinha de mandioca. A polpa amarelo-ouro, que envolve o caroço do fruto, pode ser consumida ao natural ou usada para fabricar doces, sorvetes, cremes e compotas, sendo também utilizada na confecção de uma espécie de vinho caseiro. O doce, conhecido como “doce de caixinha”, é embalado em caixa confeccionada com material da própria árvore. O óleo da polpa é usado na cozinha como tempero, mas também serve para produzir sabão. A inflorescência possui um líquido rosado, viscoso, com 50% de glicose. O fruto do buritizeiro, o buriti, é uma fruta que tem a forma de um elipsóide, castanho-avermelhado,



de superfície revestida de escamas brilhantes e pesa aproximadamente 50 g. Sua polpa corresponde cerca de 30% do fruto seco, de alto valor nutricional, destaca-se por possuir a maior reserva natural de pró-vitamina A, cujo teor atinge o índice de 300 mg/100 g de óleo de polpa, equivalente a 500.000 UI de vitamina A. É, ainda, fonte de carboidratos e outros nutrientes.

Dentre as técnicas empregadas para manutenção da qualidade pós-colheita de frutas, a desidratação é um segmento do setor de alimentos em larga expansão, sendo possível encontrar vários produtos em exposição em supermercados. A secagem é a eliminação da água do material através da evaporação. Existem dois métodos de secagem: a natural, feita pelo sol ou vento (método mais antigo); e a artificial (desidratação), a qual necessita de fornecimento de energia diferente da solar (FIOREZE, 2004).

A desidratação é um procedimento importante para conservação de alimentos por diminuir a atividade de água. Considerando-se que as frutas são constituídas por mais de 80% de água, o processo de secagem implica na redução de custos em transporte, além de prolongar a vida útil. As vantagens de se utilizar o processo de secagem são várias, dentre as quais tem-se a facilidade na conservação do produto; estabilidade dos componentes aromáticos à temperatura ambiente por longos períodos de 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 (GABAS, 1998).

O conhecimento do valor nutricional do buriti, bem como das suas características físicas, principalmente quanto ao rendimento do fruto, subsidia o seu real aproveitamento tecnológico e nutricional. Frente ao exposto e à escassa bibliografia existente, o presente trabalho visa contribuir para o melhor aproveitamento dos frutos do buriti por meio do estudo da secagem e do armazenamento da sua polpa.

1.1 – Objetivo geral

Secagem da polpa de buriti e avaliação do seu comportamento durante o armazenamento em dois tipos de embalagem.

1.1.1 – Objetivos específicos

- Caracterizar a polpa de buriti quanto as suas propriedades físico-químicas.
- Secar a polpa de buriti nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C e determinar as curvas de secagem.
- Caracterizar físico-quimicamente as amostras em pó obtidas após as secagens.
- Determinar as isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, nas temperaturas de 10, 20, 30 e 40 °C.
- Avaliar o comportamento das amostras em pó acondicionadas em embalagens de polietileno e laminada, armazenadas à temperatura ambiente, por um período de 90 dias.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 – O buriti

2.1.1 – Características, ocorrência e fenologia

A *Mauritia flexuosa* L., vulgarmente chamada palmeira do miriti, é da família Palmae (Arecaceae), e subfamília lepidocaryceae. Possui os seguintes sinônimos botânicos: *Mauritia vinifera* Mart, *Mauritia setigera* Griseb, *Mauritia spaerocarpa* Burret, *Mauritia minor* Burret. E os nomes populares: achual, aguaje, aguage, buriti, coqueiro, coqueiro-buriti, miriti, boriti, entre outros (ALMEIDA & SILVA, 1994).

Nas regiões onde ocorre, o buriti é a planta mais importante entre todas as outras, de onde o homem local, herdeiro da sabedoria dos indígenas nativos, aprendeu a retirar parte essencial de seu sustento. Por isso é considerada pelos nativos como a Árvore da Vida, pois dela tudo se aproveita. O Buriti por ser uma planta típica de alagados traz uma possibilidade de aumento da renda familiar para os colonos, pois com o seu cultivo, aproveitam-se áreas antes inúteis à agricultura (ALMEIDA & SILVA, 1994). Buriti é um nome derivado do tupi-guarani e significa “o que contém água” (LORENZI et al., 1996).

Ocorrem exclusivamente em áreas alagadas ou brejosas, como em beira de rios, igapós, lagos e igarapés, onde é geralmente encontrado em grandes concentrações na forma de populações homogêneas, formando os chamados "buritizais". Geralmente parte do tronco fica imerso na água por longos períodos, sem que isso lhe cause dano. A água tem importante papel na disseminação de suas sementes. É até possível encontrá-lo em solo seco, contudo, em alguma época este local foi muito úmido ou encharcado. Para cultivá-lo em terreno seco deve receber muita água na sua fase juvenil (RIBEIRO & SILVA, 1996).

O buritizeiro (Figura 2.1) é uma palmeira robusta e unicaule, que pode atingir até 35m de altura. Sua coroa é composta de 10 a 25 folhas grandes e palmadas, medindo de 5 a 6 metros de comprimento. Flores em longos cachos de até 3 m de comprimento, de coloração amarelada. É uma planta dióica ou polígamo-dióica, ou seja, existem indivíduos com flores masculinas e indivíduos com flores femininas e hermafroditas (LORENZI, 2000).

Regiões de ocorrência: regiões brejosas de várias formações vegetais, Campo Limpo, Mata de Galeria e Vereda. Procedência: América Equatorial. É a palmeira mais amplamente distribuída no país, formando populações naturais homogêneas tão amplas que

chega a ser detectada por imagens de satélite. São famosos os "buritizais" das ilhas do estuário do Baixo Tocantins no Pará, ou as veredas ao longo de córregos no oeste da Bahia (Grande Sertão Veredas). Distribuição: Brasil (Amazonas, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Piauí, São Paulo, Tocantins), Guiana Francesa, Peru e Venezuela (HOMMA, 1993).

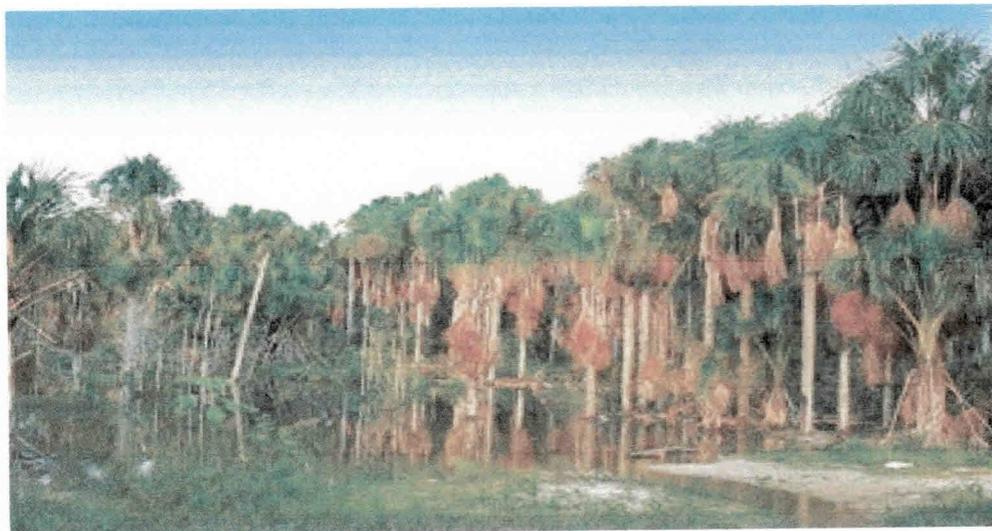


Figura 2.1 - Palmeira do buriti

O fruto buriti (Figura 2.2) é uma baga com cerca de 5 cm de comprimento, elipsóide, castanho vináceo, coberto com escamas de coloração castanho-avermelhada, com 4 a 7 cm de comprimento, 3 a 5 cm de diâmetro, peso que varia de 25 g a 40 g cada um; polpa alaranjada, carnosa, oleaginosa; semente oval e global (MARIATH et al., 1989).

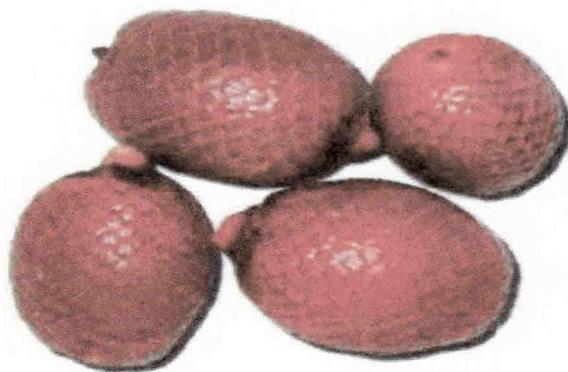


Figura 2.2 – Fruto do buritizeiro (*Mauritia flexuosa* L.)

2.1.2 – Utilidades

O buriti é considerado uma espécie de interesse econômico, principalmente devido ao uso de seus frutos na culinária, como fonte de vitaminas e na extração de óleos para a fabricação de cosméticos (ALMEIDA & SILVA, 1994).

A polpa da fruta tem cor amarelo-alaranjada, e sabor agridoce com consistência amilácea e gordurosa. Prepara-se o "vinho de buriti" mediante o prévio amolecimento dos frutos em água morna; esta prática é necessária para completar o amadurecimento dos frutos que ao caírem ainda estão meio duros. Com a polpa também se prepara o tradicional "doce de buriti", principal produto derivado desta palmeira e já comercializado em vários estados. É presença constante em feiras da região norte, onde pode ser encontrado tanto em pequenos pacotes como em latas de 20 kg. O "doce do buriti" geralmente é acondicionado em caixas feitas com o pecíolo da folha. Os frutos *in natura* podem ser facilmente encontrados nas feiras das cidades da região Norte (Piauí, Maranhão e Pará) (CAVALCANTE, 1991).

A polpa pode ser congelada e conservada por mais de ano, sendo utilizada praticamente da mesma forma que a polpa fresca. Tem-se ainda a produção de óleos a partir da polpa e semente, fornecendo os ácidos oléico e láurico, respectivamente (LORENZI et al., 1996).

O óleo que corresponde a 23% da polpa é usado na cozinha como tempero, é rico em pró-vitamina A, possui um alto teor de ácido oléico e ácidos insaturados, sendo superior ao óleo de dendê e de pequi (YUYAMA et al., 1998).

Uso cosmético: devido à sua composição graxa, o óleo de buriti possui propriedades emolientes, que proporcionam maciez e um toque sedoso à pele. Pesquisadores da Universidade Federal do Pará descobriram que o óleo de buriti ao natural pode ser usado como protetor solar, porque absorve completamente as radiações eletromagnéticas de comprimento de onda entre 519 nm (cor verde) e 350 nm (ultravioleta), as mais prejudiciais à pele humana (ALMEIDA et al., 1998).

A inflorescência possui um líquido rosado, viscoso, com 50% de glicose, que foi muito utilizado na alimentação por soldados, na Guerra do Paraguai. As sementes são usadas no Ceará para alimentação de suínos. As folhas maduras servem para cobertura de casas rústicas e as novas fornecem embira bastante resistente, muito utilizada no artesanato regional para confecção de redes, chapéus, balaios, etc. (ALMEIDA et al. 1998).

A madeira do buritizeiro é moderadamente pesada e dura, porém de baixa durabilidade natural. Mesmo assim, é muito utilizada regionalmente em construções rurais e construção de trapiches em beira de rios (HOMMA, 1993).

De acordo com LEDO (1996) o rendimento do óleo do buriti é de aproximadamente 0,6 a 1,5 toneladas de óleo/ha, considerando-se que em um hectare tenha 200 árvores, com uma produção de dois a cinco mil frutos por árvore. Na produção de fibra do buriti se destaca o estado do Pará, responsável por 90% da produção.

2.1.3 – Aspectos nutricionais

As frutas têm importante papel na alimentação humana, principalmente por serem excelentes fontes de vitaminas, minerais e fibra dietária (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Sua composição varia de acordo com o solo, clima, variedade, estágio de maturação, época de colheita, etc.

Os carotenóides, que são precursores da vitamina A estão presentes em uma grande variedade de frutas de clima tropical, subtropical e temperado, produzidas no Brasil, apresentando bastantes diferenças na sua composição (GODOY & RODRIGUES-AMAYA, 1994). De acordo com POZO (1997) o buriti é altamente rico em pró-vitamina A. O teor de caroteno da polpa de buriti (16,7 mg/100 mg) é superior a diversos tipos de polpas de frutas como o do pequi (7,46 mg/100 mg) e como os do araticum, baru, cagaita, jatobá e mangaba, que apresentaram teores inferiores a 1,0 mg/100 mg de material (SANO & ALMEIDA, 1998).

O teor de vitamina B1 é semelhante ao do abacate, morango, jenipapo e mamão; e o de vitamina B2 equivale ao da gema do ovo. Análises minerais da polpa do buriti também revelaram grandes quantidades de fósforo. O teor de cobre se compara ao do amendoim, figo e uva; de cálcio ao do caju e morango. A quantidade de ferro é semelhante ao tomate; seu teor de açúcar é comparável ao da uva e jaboticaba (SANO & ALMEIDA, 1998).

Os requerimentos diários recomendados pela FAO de vitamina C são da ordem de 30 mg, esta quantidade pode ser fornecida pela ingestão de, aproximadamente, 50 g de polpa de buriti. Para a vitamina A, considerando-se o requerimento diário de 750 µg, 100 g de polpa de buriti contém 12.375 µg, o que daria para satisfazer a necessidade de 16 pessoas (BRITTON, 1991).

Já de acordo com ESCRICHE & RESTREPO (2000) o buriti se destaca entre as espécies nativas por apresentar 78,72 mg/100g de vitamina C, valor este superior ao de

frutas tradicionalmente cultivadas e consumidas pela população brasileira, como a laranja (40,9 mg.100g⁻¹) e o limão (26,4 mg. 100g⁻¹).

SANO & ALMEIDA (1998) relataram que o teor de pectina é um parâmetro importante para a industrialização e comercialização das frutas. O buriti apresenta teores inferiores a 1%, assim como a cagaita e a mangaba que são frutas nativas do Cerrado.

Na Tabela 2.1 são apresentadas as características químicas e físico-químicas do buriti (*Mauritia flexuosa* L.) e da polpa desidratada de acordo com ALBUQUERQUE et al. (2005) e AGUIAR et al. (2005), respectivamente.

Tabela 2.1 – Composição química e físico-química da polpa de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) e da polpa desidratada

Parâmetro	Polpa ¹	Polpa desidratada ²
pH	4,58	-
Sólidos solúveis totais (°Brix)	2,10	-
Índice de refração (IR)	0,66	-
Acidez titulável total (% ácido cítrico)	0,58	2,74
Umidade (%)	72,92	2,30
Cinzas (%)	0,98	3,50
Proteínas (%)	2,70	5,10
Lipídios (%)	11,24	48,13
Carboidratos (%)	12,10	-
Açúcares totais (% glicose)	-	6,73
Carotenóides (µg/100g de β-caroteno)	-	11.682,66
Carotenóides (µg/100g de α-caroteno)	-	452,31

Fonte: ¹ALBUQUERQUE et al. (2005); ²AGUIAR et al. (2005)

Na Tabela 2.2 encontra-se a composição nutricional média da polpa e da farinha da polpa de buriti da espécie *Mauritia vinifera*, Mart. segundo MOREIRA & ARÊAS (1998).

Tabela 2.2 – Composição centesimal da polpa do fruto do buriti (*Mauritia vinifera*, Mart.) *in natura* e da farinha da polpa seca e prensada

Composição centesimal (% base úmida)	Polpa do fruto do buriti <i>in natura</i>	Farinha da polpa de buriti seca e prensada
Umidade (%)	72,80	7,30
Cinzas (%)	1,20	2,41
Proteínas (%)	3,00	4,79
Lípides (%)	10,50	46,42
Carboidratos totais (%)	12,50	39,08

Fonte: MOREIRA & ARÉAS (1998)

2.2 - Características físico-químicas

O conhecimento da composição físico-química, bioquímica, nutricional e física é essencial para se avaliar a qualidade do produto a ser industrializado.

MACEDO (1995) relatou que os parâmetros físico-químicos e químicos são de grande importância, pois, além de caracterizar a matéria-prima, são utilizados no controle de qualidade do produto final. Quando se trabalha com processamento de frutas, é imprescindível que seja realizada a sua caracterização, para que o produto obtido chegue ao consumidor apresentando ótima qualidade e maior vida de prateleira.

2.2.1 - Umidade

Um dos principais componentes dos alimentos é a água, que exerce uma influência importante na conservação dos mesmos. Nos alimentos a água existe sob três formas: água ligada, água disponível e água livre. Ainda não existe uma definição formal sobre o que pode ser considerado como “água ligada”, mas uma de suas propriedades mais importantes é que ela não é congelável. Outras propriedades são sua baixa pressão de vapor, alta energia de ligação, não disponibilidade como solvente, reduzida mobilidade molecular e propriedades dielétricas diferentes das da água livre. O principal fator na estabilidade de um alimento não é o teor de umidade desse, mas sim a disponibilidade da água para o crescimento de microrganismos e reações químicas (LEUNG, 1981).

O teor de água presente em qualquer alimento é de capital importância sob vários aspectos. Na realidade, é uma das determinações de difícil execução, visto que os métodos usuais para sua quantificação envolvem a destilação da água presente no alimento, e com isso, outros componentes voláteis também são evaporados. Em função da temperatura a que é submetida a amostra para a evaporação da água, pode haver caramelização de compostos tipo açúcares e proteínas, além da degradação de outros componentes. Em suma, na determinação do teor de água de um alimento, o termo umidade refere-se à somatória da água volatilizada nas condições do método analítico e dos demais componentes também volatilizados ou decompostos pelo calor (ANGELUCCI, 1987).

Existem diferentes técnicas para determinação do teor de água dos alimentos, porém basicamente são utilizados processos físicos ou gravimétricos (com e sem emprego de calor) e os processos químicos. A técnica gravimétrica com o emprego de calor é a mais utilizada e baseia-se na determinação da perda de peso do produto submetido ao aquecimento, até peso constante (ALDRIGUE et al., 2002).

Já de acordo com WEBER (1995) os métodos de determinação de umidade podem ser classificados em diretos e indiretos. Nos métodos diretos, a umidade de uma amostra é removida e a determinação é feita pela pesagem. Nos métodos indiretos, as determinações são feitas mensurando características físicas do material relacionadas ao teor de umidade.

A importância da determinação da umidade está baseada, de acordo com STENCL et al. (1999), no fato de que os produtos agrícolas durante o processamento e armazenamento, podem sofrer mudanças físicas, químicas e microbiológicas, sendo que essas mudanças são particularmente influenciadas pela umidade, atividade de água e temperatura de armazenamento.

2.2.2 - pH

O pH é uma característica físico-química de um alimento e está ligado à quantidade de hidrogênio presente no alimento em sua forma livre (H_3O^+), seu valor influencia no crescimento de microrganismos presentes nos alimentos, assim, quanto mais baixo for o pH, menor é a chance de crescimento de bactérias e fungos (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

O pH dos alimentos depende da quantidade de substâncias ácidas e básicas que contenham, porém também depende da capacidade tampão do produto, que geralmente está associada à concentração de proteínas. Por essa razão é nas frutas ou legumes verdes

onde a adição de substâncias ácidas, de origem fermentativa ou não, acarretam grandes variações no pH (ALDRIGUE et al., 2002).

Segundo CIABOTTI et al. (2000) o conhecimento do pH exerce importância por interferir na palatabilidade, desenvolvimento de microrganismos, definição da temperatura do tratamento térmico a ser utilizado, indicação da embalagem, seleção do tipo de material de limpeza e desinfecção, definição do equipamento com o qual a indústria vai trabalhar, seleção de aditivos entre outros.

De acordo com ARAÚJO (1995), pH é a acidez da fruta ou de um alimento qualquer, devendo-se ao fato de que os ácidos presentes nos alimentos se encontram parcialmente na forma molecular e, parcialmente, na forma dissociada, sendo esta a que apresenta as propriedades ácidas. A forma não-dissociada da molécula é quem confere característica antimicrobiana aos conservadores químicos. A concentração da forma não-dissociada aumenta com o aumento da acidez do alimento, garantindo maior eficiência no controle de microrganismos.

Conhecido o pH relativo de uma fruta ou hortaliça é fácil predizer que espécies de microrganismos são os que provavelmente podem crescer ou constituir problemas. As frutas devido ao fato de apresentarem normalmente um valor de pH < 4 são quase exclusivamente alteradas por fungos (WILEY, 1997).

2.2.3 - Sólidos solúveis totais (°Brix)

Os sólidos solúveis totais representam a percentagem, em gramas, de sólidos que se encontram dissolvidos na polpa. No caso de frutas, esses sólidos solúveis em água são constituídos por açúcares (65 a 85% de sólidos dissolvidos), ácidos orgânicos, sais minerais, vitamina C, vitaminas do complexo B e outras substâncias solúveis em água (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Para a indústria e, principalmente, para o mercado interno de frutas *in natura*, o teor elevado de sólidos solúveis totais é uma característica desejável. Esse teor é também muito importante, porque quanto maior a quantidade desses, menor será a quantidade de açúcar necessário a ser adicionada pela indústria de processamento de frutas, diminuindo o custo de produção e aumentando a qualidade do produto (NORONHA, 1998).

CHITARRA & CHITARRA (1990) afirmam que a quantidade de sólidos solúveis totais (SST) é utilizada como um parâmetro da concentração de polpa de fruta, além de dar a idéia do estado de maturação da fruta. Em frutas, os sólidos solúveis indicam o teor de

açúcar, já que este participa na sua composição, em alguns casos, com até 80% de sólidos solúveis. Com o amadurecimento da fruta, o amido é hidrolisado em açúcares complexos e os açúcares complexos em simples, por ação das enzimas amilases e fosforilases, com isso, o teor de sólidos solúveis dos frutos vai se elevando, sendo possível considerar os sólidos solúveis como índice de maturação de frutas.

Segundo TELES (2001) a concentração de sólidos solúveis é considerada uma variável da qualidade de frutas e hortaliças frescas e pode indicar a ocorrência da desidratação do produto e/ou a alta taxa respiratória, resultando no consumo de reservas energéticas.

2.2.4 - Acidez total titulável

Através da determinação da acidez total de um alimento é possível se obter informações valiosas na apreciação do processamento e do estado de conservação do mesmo. A acidez é resultante dos ácidos orgânicos existentes no alimento, dos adicionados propositadamente e também daqueles provenientes das alterações químicas dos mesmos (CIABOTTI et al., 2000).

Segundo ALDRIGUE et al. (2002) a determinação da acidez pode ser usada como um dado importante com relação à apresentação do estado de conservação de um produto alimentício e como ponto de referência do estado de maturação de frutos.

A acidez de um fruto é dada pela presença dos ácidos orgânicos. Os ácidos orgânicos servem de substratos para a respiração, sendo fundamentais na síntese de compostos fenólicos, lipídios e aromas voláteis. Os ácidos são encontrados nos vacúolos das células, na forma livre e/ou combinados com sais, ésteres e glicosídeos. Assim, a variação da acidez pode ser um indicativo do estágio de maturação do fruto (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

O teor de ácidos orgânicos tende a diminuir durante o processo de maturação devido à oxidação dos ácidos no ciclo dos ácidos tricarbóxicos, em decorrência da respiração. Assim, a variação da acidez pode ser um indicativo do estágio de maturação do fruto, já que a acidez decresce em função do avanço da maturação (BRODY, 1996).

A capacidade tampão de alguns produtos permite que ocorram grandes variações na acidez, sem, no entanto, ter variações apreciáveis no pH (CHITARRA & CHITARRA, 1990).



2.2.5 - Cinzas

As cinzas em alimentos se referem ao resíduo inorgânico remanescente da queima da matéria orgânica, sem resíduo de carvão. É importante observar que a composição das cinzas não corresponde a quantidade de substâncias minerais presentes nos alimentos, devido às perdas por volatilização ou mesmo pela reação entre os componentes. As cinzas são consideradas como medida geral de qualidade e freqüentemente são utilizadas como critério na identificação dos alimentos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

A determinação de cinzas por incineração baseia-se na obtenção do resíduo por aquecimento de um produto em temperatura próxima a 550-570 °C. A amostra é aquecida em duas etapas, primeiro para eliminar a água e carbonizar a matéria orgânica e finalmente, incinerar na mufla a 550 °C. Nem sempre as cinzas representam todas as substâncias inorgânicas presentes nos produtos, pois alguns sais podem sofrer volatilização ou redução durante o aquecimento. Os minerais presentes nas cinzas em quantidades apreciáveis são o potássio, sódio, magnésio e cálcio, em quantidades menores são o cobre, zinco, ferro, sulfatos e fosfatos, apenas traços de arsênio, iodo e flúor (MENDONÇA, 1999).

As cinzas não podem conter pontos de carvão e são geralmente brancas ou acinzentadas. A dosagem de cinzas (resíduo por incineração) segue o princípio do método gravimétrico, baseado na determinação da perda de peso do material submetido ao aquecimento (ALDRIGUE et al., 2002).

2.2.6 - Açúcares

Nos alimentos, as fontes energéticas mais importantes são os carboidratos e os lipídios. Nas frutas, a contribuição energética mais importante é devida aos carboidratos. Entre os carboidratos se encontram em primeiro lugar os açúcares (sacarose, frutose e glicose), que podem ser considerados como as principais substâncias das frutas (AWAD, 1993).

Segundo BOBBIO & BOBBIO (1992) a sacarose é um dissacarídeo não-redutor, que em solução aquosa e em meio ácido é facilmente hidrolisado em monossacarídeos redutores, D-glucose e D-frutose.

De acordo com NULTSCH (2000) a glicose e a frutose são originadas da degradação da sacarose e dos polissacarídeos de reserva como o amido, e o aumento do

grau de doçura durante a maturação dos frutos está relacionado com a formação e o acréscimo contínuo de frutose.

Os açúcares mais importantes das frutas são a glicose e a frutose. O conteúdo destes açúcares varia notadamente durante a maturação e em geral os açúcares abundam na fruta plenamente madura (FERREIRA et al., 2000).

2.2.7 - Cor

O mundo é percebido pelo homem mediante seus sentidos, dos quais a visão é o mais marcante. O impacto visual não envolve apenas a forma e os aspectos dos objetos, mas também a cor. Dos três atributos de qualidade dos alimentos – cor, sabor e textura – a cor torna-se cada vez mais importante, à medida que os alimentos são expostos e vendidos (FERREIRA, 1981).

As primeiras impressões que o consumidor tem do alimento são cor e os aspectos de sua aparência. É conhecido o fato que a cor e outros atributos da aparência de um alimento ou bebida contribuem para maior uma aceitabilidade pelo consumidor. Cada alimento específico tem uma cor e aparência esperada, que os observadores associarão com aceitação, indiferença ou rejeição. As características visuais do alimento induzem o consumidor a esperar certo sabor correspondente (ALDRIGUE et al., 2003).

Na indústria de alimentos, a cor é importante parâmetro empregado no controle de qualidade. É pela cor do extrato de tomate e do suco de laranja, por exemplo, que estes alcançam as melhores classificações e efetivamente maiores preços. Na torrefação do café, do cacau e do amendoim, a cor do grão define exatamente quando está terminado o processo. Muitas vezes, a cor é adicionada aos alimentos para conferir ou aumentar sua apetitosidade. A verdade é que se aceita ou não determinado alimento, em primeiro lugar, com os olhos, ou seja, pela cor. Se a cor não for atraente, apesar da aparência (aspecto e forma) e o odor o serem, dificilmente o alimento será ingerido ou pelo menos provado (FERREIRA et al., 1989).

De acordo com CHITARRA & CHITARRA (1990), os produtos de cor forte e brilhante são os mais procurados pelos consumidores, pois estes correlacionam as mudanças de coloração, por ocasião do amadurecimento, com o aumento da doçura e das características organolépticas. Dessa maneira, normalmente, a decisão de compra recai sobre produtos coloridos.

CHAVES (1994) relatou que a cor é um atributo importantíssimo e tem sido utilizada como indicador, como uma poderosa ferramenta para avaliar a qualidade e prever a vida-de-prateleira de alimentos.

A coloração dos frutos é um importante atributo de qualidade, não só por contribuir para uma boa aparência, mas também, por influenciar a preferência do consumidor (CLYDESDALE, 1993).

Durante o amadurecimento, a maioria dos frutos apresenta modificações de cor. Desta forma, a cor torna-se um atributo importante na determinação do estágio de maturação e qualidade comestível do fruto. As mudanças de coloração são resultantes não só da degradação da clorofila, como também da síntese de pigmentos, principalmente carotenóides e antocianinas (TUCKER, 1993).

A cor das polpas de frutas está relacionada com sua qualidade e também com o tipo e quantidade de pigmentos presentes. No caso da polpa de buriti, a cor varia do amarelo ao vermelho, como resultado da presença de carotenóides. Os principais carotenóides presentes são β -caroteno (YUYAMA et al., 1998).

Tanto nos processos industriais, quanto nos comerciais, ou puramente de ordem emocional, são utilizados os olhos na escolha de produtos competitivos, motivo pelo qual sofisticados métodos objetivos de medição da cor têm sido desenvolvidos (FERREIRA, 1981). A cor de polpa de frutas pode ser medida por espectrofotometria de transmissão ou por reflexão, desde que se propicie a reflexão da luz transmitida através da polpa, por meio de técnicas adequadas (FRANCIS & CLYDESDALE, 1975).

A determinação da coloração dos frutos pode ser feita por métodos subjetivos, os quais se baseiam na intensidade e nas variações da cor perceptíveis ao olho humano. A determinação também pode ser feita por equipamentos capazes de medir a quantidade da luz refletida do produto, sendo estes, métodos objetivos que garantem maior confiabilidade na utilização deste parâmetro (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

As alterações de cor em alimentos podem ter diferentes origens e podem ser associadas ao tratamento térmico sofrido. Várias reações como a destruição (oxidação) de pigmentos e as reações de escurecimento não-enzimático (Maillard), produzindo pigmentos escuros, podem ocorrer durante a secagem e afetar negativamente a cor do produto (KIMBALL, 1991; CABRAL et al., 1977).

ANGELUCCI (1988) afirma que as alterações na cor de produtos vegetais podem ser avaliadas por meio de determinações químicas, quantificando-se o teor de pigmentos ou por meio de medidas físicas.

A “Commission Internationale de L’Eclairage” (CIE) propôs um sistema para determinação da cor em alimentos. Este sistema é baseado na teoria da percepção de cores opostas, no qual estabelece que uma cor não pode ser verde e vermelha ou amarela e azul ao mesmo tempo. A leitura da cor é feita pelo sistema CIELAB de cor, que é representado pelos seguintes parâmetros: coordenada L^* (luminosidade), coordenada de cromaticidade a^* (-a verde, +a vermelho) e a coordenada de cromaticidade b^* (-b azul, +b amarelo). A coordenada L^* expressa o grau de luminosidade da cor medida, variando de zero (preto) a 100 (branco); a coordenada a^* expressa o grau de variação entre o verde e o vermelho e a coordenada b^* expressa o grau de variação entre o azul e o amarelo (BIBLE & SINGHA, 1993).

2.3 – Secagem

Uma das primeiras regras de processamento de alimentos ou preservação é converter alimentos perecíveis, tais como frutas e vegetais, em produtos estáveis que podem ser armazenados por longos períodos de tempo, reduzindo desta forma suas perdas. Vários processos tecnológicos têm sido explorados em escala industrial para preservar frutas e vegetais, tais como, enlatamento, congelamento e desidratação, sendo esta última, a mais antiga.

A desidratação ou secagem é um dos métodos mais antigos de preservação dos alimentos, de modo geral, é realizada por um processo em que se utiliza energia térmica para remover parte ou a quase totalidade da água. São vários os processos de desidratação, uns mais complexos que os outros, mas todos com a finalidade de prolongar a vida-de-prateleira de produtos alimentícios (TRAVAGLINI et al., 2001).

Operações de desidratação têm sido usadas por décadas em indústrias de processamento alimentar, para uma eficiente preservação dos produtos finais por longo período. O objetivo básico é a remoção de água do sólido, até o nível onde os danos por microrganismos sejam evitados (DROUZAS & SCHUBERT, 1996).

Dentre as técnicas empregadas para a manutenção da qualidade pós-colheita de frutas, a desidratação, além de ser utilizada como método de conservação impedindo a deterioração e perdas do valor comercial, resulta ainda em uma transformação do produto, agregando valor e dando origem a uma nova opção no mercado (SOARES et al., 2001; VERNON-CARTER et al., 2001; SANKAT & CASTAIGNE, 2004).

Até pouco tempo atrás, as técnicas usadas para a secagem de frutas eram imperfeitas, resultando produtos de baixa qualidade, especialmente quanto ao sabor, distinto da fruta fresca. Segundo EARLE (1971), com as pesquisas, se tem conseguido comprovar que a maior causa para que as frutas mudem de sabor após a secagem é a oxidação das matérias graxas e albuminosas, presentes nos tecidos vegetais. Para evitar esse processo, dentro dos limites convenientes, é preciso determinar, com exatidão, para cada gênero de fruta, qual a temperatura ótima e tempo de secagem.

A desidratação ou secagem de frutas tem por objetivo assegurar a conservação por meio da redução do teor de água. Essa redução deve ser efetuada até um ponto, onde a concentração de açúcares, ácidos, sais e outros componentes sejam suficientemente elevados para reduzir a atividade de água e inibir, portanto, o desenvolvimento de microrganismos. A remoção da água da fruta, durante a secagem, ocorre por vaporização térmica, com auxílio de ar aquecido, que flui pela superfície da fruta. Essa vaporização térmica se processa numa temperatura inferior a de ebulição da água e depende, essencialmente, dos seguintes fatores: pressão de vapor da água na fruta e no ar de secagem, temperatura e velocidade de difusão da água na fruta (ITAL, 1993).

Na desidratação ocorre uma transferência simultânea de calor e massa. O calor é aplicado no material por convecção através do ar, ou por condução através do contato com a superfície quente. O calor é utilizado para vaporizar o líquido da superfície do sólido, ou próximo da superfície, se a mudança de estado ocorrer dentro do produto, e esse vapor é retirado pelo fluxo de ar, seja em convecção natural ou forçada (FIOREZE, 1982).

A remoção de umidade previne o crescimento e reprodução de microrganismos que causam deterioração e minimiza reações oriundas de umidades elevadas. Aliado a isto, está a redução de peso e volume, que diminuem a embalagem, o volume de armazenagem e custo de transporte do produto, à temperatura ambiente (GAVA, 1988).

Um alimento desidratado total ou parcialmente, pode ser conservado por períodos mais longos que um similar *in natura*, uma vez que os microrganismos que causam a deterioração do produto biológico, não podem crescer e nem multiplicar-se em ambientes com baixa umidade. Por outro lado, o baixo nível de umidade, dificulta a ação das enzimas, que necessitam desse meio para agirem na estrutura do alimento (ALDRIGUE et al., 2003).

PARK et al. (2001) afirmaram que as vantagens de se utilizar o processo de secagem são várias, dentre as quais se tem: a facilidade na conservação do produto; estabilidade dos componentes aromáticos à temperatura ambiente por longos períodos de

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.

Alguns produtos quando submetidos à secagem conservam bastante intactas suas características físicas e nutritivas e, quando se lhes restituir a água, retornarão ao aspecto natural ou mudarão muito pouco (GAVA, 1988).

Vários métodos de desidratação de polpas de frutas têm sido reportados na literatura, tais como secagem solar, em estufa com circulação de ar, secagem em camada de espuma (foam-mat), em secador por aspersão (spray dryer), liofilização, tambor rotativo e em leito de jorro. O uso destes métodos para polpa de frutas podem ser encontrados em MOREIRA & ARÊAS (1998), SILVA (2003), OLIVEIRA (2006), MARQUES & FREIRE (2005), BORGES & CAL-VIDAL (1994), MEDEIROS (2001).

Para BARUFALDI & OLIVEIRA (1998) os produtos alimentícios em pó são atualmente cada vez mais utilizados pela indústria nacional de alimentos, tendo em vista que tais produtos reduzem significativamente os custos de certas operações, tais como embalagem, transporte, armazenamento e conservação, elevando o valor agregado dos mesmos.

2.3.1 – Períodos de secagem

A secagem é uma operação que envolve, simultaneamente, transferência de calor e massa, e a taxa de remoção de água é determinada pela taxa na qual calor e massa possam ser transferidos. Nesse processo, o calor é requerido para evaporar a umidade durante a secagem do produto e a água evaporada na superfície externa do produto é removida e transferida para o meio de secagem que, normalmente, é o ar (BROOKER et al., 1992).

A evolução dessas transferências simultâneas de calor e de massa no curso da operação faz com que esta seja dividida esquematicamente em três períodos, os quais PARK (1987) descreve como: (1) período de indução ou período até entrar em regime operacional; (2) período de secagem à taxa constante e (3) período de secagem à taxa decrescente.

2.3.1.1 - Período de indução



O período de indução ou período de entrada em regime operacional. No início, o produto é geralmente mais frio do que o ar e a pressão parcial de vapor da água na superfície do produto é baixa, e por consequência, a transferência de massa e a velocidade de secagem também são pequenas. O calor transferido do ar acarreta elevação da temperatura do produto, aumentando a pressão de vapor e velocidade de secagem. Esse processo continua até que a transferência de calor compense exatamente a transferência de massa. Se a temperatura do ar for inferior à do produto, esta última diminuirá até atingir o mesmo estado de equilíbrio. A duração desse período é insignificante em relação ao período total de secagem (PARK, 1987).

Produtos biológicos com umidade inicial acima de 70%, em base úmida, no início do processo de secagem apresentam a superfície coberta por uma película de água, esta situação é função de três parâmetros externos de secagem: velocidade, temperatura e umidade do ar de secagem. O período inicial é caracterizado por apresentar uma elevação gradual da temperatura do produto e da pressão de vapor de água. Tais elevações continuam até o ponto em que a transferência de calor compense exatamente a transferência de massa (FIOREZE, 1982).

2.3.1.2 – Período de secagem à taxa constante

O segundo período caracteriza-se pela velocidade (taxa) constante de secagem. Durante esse período, como no anterior, a quantidade de água disponível é grande. A água evapora-se como água livre. A pressão de vapor de água na superfície é constante e igual à pressão de vapor de água pura à temperatura do produto. A temperatura do produto, por sua vez, é também constante e igual à temperatura de bulbo úmido do ar. Tais características garantem que as transferências de calor e massa se compensem exatamente. Por conseguinte, a velocidade de secagem é constante. Esse período continua, enquanto a migração de água do interior até a superfície do material for suficiente para acompanhar a perda por evaporação de água na superfície. Importa ressaltar que para o material biológico é difícil a existência desse período, pois as condições operacionais de secagem são tais que as resistências de transferência de massa encontram-se essencialmente no interior do material, fazendo com que a taxa de evaporação da superfície ao ar seja bem superior à taxa de reposição de umidade do interior à superfície do material. Neste período, a água evaporada é a água livre e, enquanto houver quantidade de água na superfície do produto, suficiente para acompanhar a evaporação, a taxa de secagem será constante (PARK, 1987).

O período de secagem à taxa constante é caracterizado pela evaporação da água líquida da superfície do produto, que é assegurada pela saída rápida da água dos capilares, fenômeno facilmente observado em produtos que têm resistência interna à movimentação da umidade, menor que a resistência externa para evaporar água da superfície do produto. Os principais mecanismos de transporte durante o período de taxa decrescente são difusão líquida, escoamento capilar e difusão de vapor (BROOKER et al., 1974).

2.3.1.3 – Período de secagem à taxa decrescente

No terceiro período, a taxa de secagem é decrescente. A quantidade de água presente na superfície do produto é menor, reduzindo-se, portanto, a transferência de massa. A transferência de calor não é compensada pela transferência de massa; o fator limitante nessa fase é a redução da migração de umidade do interior para a superfície do produto. A temperatura do produto aumenta, atingindo a temperatura do ar de secagem. Quando o produto atinge o ponto de umidade de equilíbrio em relação ao ar de secagem, o processo é encerrado (PARK, 1987).

Neste período, também conhecido como período do teor de umidade crítica, começa a surgir regiões sem umidade livre na superfície do produto, isto é, o excesso de umidade foi retirado. A partir desse ponto, a resistência interna à migração de água é maior do que a resistência de remoção da umidade que chega à superfície do produto, para o meio ambiente (FIOREZE, 1982).

Durante a taxa decrescente de secagem os mecanismos físicos de transferência de umidade (difusão de calor e massa), tornam difícil a descrição do processo de secagem (PARK et al., 2001).

Segundo PARK et al. (2001) o período de secagem à taxa decrescente quase sempre é o único observado na secagem de produtos agrícolas e alimentícios. A complexidade dos fenômenos de secagem conduz os pesquisadores a proporem numerosas teorias e múltiplas fórmulas empíricas para predizerem a taxa de secagem.

Os fatores que governam os mecanismos de transferência, determinam a taxa de secagem. Estes fatores são pressão de vapor do material e do ar de secagem, temperatura e velocidade do ar, velocidade de difusão de água no material, espessura do material e superfície exposta à secagem (SILVA et al., 1995).

O tipo de secagem a ser utilizado depende, dentre outros fatores, do produto a ser desidratado, da sua constituição química e das características físicas do produto final

desejado. Produtos biológicos com alto teor de umidade como é o caso de frutas, geralmente apresentam dois períodos de secagem (CUNNINGHAN, 1982).

2.3.2 – Cinética de secagem

Os métodos de cálculo da cinética de secagem são aplicados de modo diferente, dependendo do período de secagem considerado. No período de taxa de secagem constante, as transferências de calor e de massa na interface ar-produto governam a secagem e fixam a velocidade de secagem, enquanto que no segundo período, as transferências internas são limitantes (ALONSO, 2001).

A remoção de água nos alimentos se faz necessária para aumentar sua vida de prateleira. Para um alimento atingir um teor de água desejado e ser mantido em boas condições de comercialização, é preciso ter conhecimento da umidade de equilíbrio, a qual é influenciada pela temperatura e umidade relativa do agente de secagem ou pelas condições ambientais a que o produto é exposto (BORGES & VIDAL, 1994).

A análise da cinética de secagem fornece informações sobre o comportamento da transferência de massa entre o produto e o agente de secagem, normalmente o ar atmosférico, o qual é de importância fundamental para o projeto e simulação de secadores. Predizer teoricamente a taxa de secagem decrescente é mais complexo que a taxa constante, visto que devem ser levados em conta não somente os mecanismos externos de transferência de calor e massa, mas também os internos do produto (BROOKER et al., 1974).

No período de secagem à taxa constante, as transferências de calor e de massa na interface ar-produto governam a secagem e fixam a velocidade de secagem; nesse período as equações que definem as transferências de calor e de massa na interface ar-produto, são estabelecidas, fazendo referência a uma noção de condutância de superfície, interpretada por um fenômeno de camada limite, enquanto que no segundo período, as transferências internas são limitantes; este período é quase sempre o único observado para secagem de produtos agrícolas e alimentícios (FIOREZE, 1982).

As curvas de secagem à taxa decrescente podem ser côncavas, convexa ou aproximar-se de uma linha reta; podem apresentar um ponto de inflexão quando ocorre uma mudança na forma física do material, como por exemplo, quando se produz contração e ruptura, e quando se forma uma película na superfície do material parcialmente seco (VILLAR, 1999).

Segundo BORGES & VIDAL (1994), para o estudo cinético do processo de secagem, plota-se $(U - U_i)/(U_e - U_i)$ versus t onde U_i , U_e e U são respectivamente, os conteúdos de umidade inicial, de equilíbrio e umidade no tempo t e determinam-se as constantes de adsorção para cada temperatura e umidade relativa que são um indicador do comportamento do produto em condições de temperatura e umidade relativa, bem como a velocidade de adsorção $dU/dt = (U_e - U)$.

2.3.2.1 – Modelos

Para a modelagem das curvas de secagem têm sido utilizadas relações matemáticas teóricas, semi-teóricas e empíricas. Dentre os diversos modelos utilizados para expressar esse comportamento tem-se os de Henderson, Page e Henderson & Pabis.

No caso de produtos com elevado teor de umidade inicial, como as frutas, os modelos de secagem baseados na equação de difusão líquida, apresentam, em geral, bons resultados (PARK & NOGUEIRA, 1992).

Henderson

A equação de Henderson (Eq. 2.1) é uma das equações empíricas mais utilizadas para ajuste de dados experimentais de umidade de equilíbrio, sendo bastante usada para faixas mais amplas de temperatura e umidade relativa. As modificações empíricas introduzindo um terceiro parâmetro, “C”, melhoraram substancialmente essa equação, tornando-a aplicável em faixas mais amplas de temperaturas e umidade relativa (BROOKER et al., 1992).

$$RU = Ae^{-Bt} + Ce^{-Dt} \quad (2.1)$$

em que:

RU - razão de umidade;

A, B, C, D - constantes do modelo;

t - tempo (min).

GUEDES & FARIA (2000) relataram ainda que o modelo de Henderson é uma simplificação das equações de difusão, onde apenas o primeiro e segundo termos são considerados.

Page

Segundo ALONSO (2001) um outro modelo para representar a secagem de produtos agrícolas, adaptado para a secagem em camada fina, foi desenvolvido por Page. Este modelo permite obter um método mais preciso para descrever mudanças nos dados medidos, especialmente para o estágio inicial da secagem.

O modelo de Page é uma modificação empírica do modelo de Newton, descrito por Lewis em 1921, que corrige seus defeitos (DOYMAZ, 2005). Segundo JAIN & PATHARE (2004) este modelo difere daquele de Newton pela adição de um expoente n ao tempo t na Equação 2.2. De acordo com CORRÊA et al. (2001) n é um parâmetro que depende do produto e das condições de secagem.

$$RU = e^{-Kt^n} \quad (2.2)$$

onde:

RU - razão de umidade;

K, n - constantes do modelo;

t - tempo (min).

Este modelo tem sido utilizado com sucesso na estimativa das curvas de secagem de frutas e produtos de frutas. SOUSA et al. (2000) utilizaram este modelo na predição das curvas de secagem de umbus submetidos à pré-tratamento osmótico, e DOYMAZ (2004) na estimativa das curvas de secagem da amora branca, submetida a vários tipos de pré-tratamentos em um secador do tipo cabine, a 50 °C, ambos obtendo coeficientes de determinação acima de 0,99.



Henderson & Pabis

O modelo de Henderson e Pabis (Eq. 2.3) é um modelo semi-teórico de secagem em camada fina, derivado da segunda lei de Fick, correspondendo à solução do primeiro termo desta série (DOYMAZ, 2005).

$$RU = Ae^{-Kt} \quad (2.3)$$

onde:

RU - razão de umidade (adimensional)

A, K - constantes do modelo

t - tempo (min)

Este modelo foi utilizado por MARQUES & FREIRE (2005), na estimativa das curvas de secagem das polpas de acerola e papaia liofilizadas, apresentando coeficientes de determinação acima de 0,97.

A constante de secagem deste modelo foi investigada por vários pesquisadores e foi estabelecido que K pode ser descrita por uma equação do tipo Arrhenius, como uma função da temperatura do ar de secagem (HENDERSON & PABIS, 1961).

2.4 - Atividade de água

Segundo MOHSENIN (1986) a água é o constituinte presente em maior concentração em alimentos frescos. Sua influência na palatabilidade, digestibilidade, estrutura física e manuseio do material alimentício é considerável. Praticamente todos os processos deteriorativos que ocorrem com os alimentos são influenciados pela sua concentração e sua mobilidade. A intensidade e a taxa desta deterioração podem ser caracterizadas pela atividade de água.

De acordo com NOREÑA et al. (1996) a atividade de água, a_w , tem sido considerada como uma propriedade fundamental no controle de qualidade de alimentos. É medida como umidade relativa de equilíbrio, sendo definida pela Equação 2.5. Essa equação é válida para o vapor de água em equilíbrio com a água líquida na superfície do produto, considerando-se que a pressão de vapor segue a lei dos gases ideais.

$$a_w = \frac{UR}{100} = \frac{P_w}{P_{w0}} \quad (2.5)$$

onde:

a_w – atividade de água

UR – umidade relativa

P_w - pressão de vapor de água no alimento a uma determinada temperatura

P_{w0} - pressão de vapor da água pura, na mesma temperatura

A atividade de água (a_w) é uma medida da quantidade de moléculas de água livre ou ativa. Esta medida é de fundamental importância, visto que, por meio dela, podem ser previstas reações químicas e enzimáticas, e desenvolvimento de microrganismos. A partir do conhecimento da a_w pode-se, também, propor sistemas adequados de embalagem para um produto (CHIRIFE & RESNIK, 1984).

A forma como a água afeta a natureza física e as propriedades dos alimentos é complicada, devido à interação entre a água e o meio que a envolve, a estrutura física, bem como a composição química dos diversos solutos, incluindo polímeros e colóides ou partículas diversas (BROD et al., 1997).

Os métodos utilizados para a conservação têm como objetivo comum o aumento da vida de prateleira dos produtos alimentícios. A primeira e mais importante limitação da vida de prateleira é a atividade de microrganismos. A água sendo essencial para o crescimento de todas as células vivas e um dos principais componentes da maioria dos alimentos, exerce uma profunda influência sobre a vida de prateleira de tais produtos. Além disso, a água pode influir nas reações enzimáticas, oxidação de lipídeos, hidrólise e escurecimento não-enzimático, assim como em fenômenos de ordem física, como a cristalização e retrogradação que podem também ocorrer em alimentos (ALDRIGUE et al., 2002).

O estudo da atividade de água pode ser feito através das isotermas de sorção. Uma isoterma é uma curva que descreve, em uma umidade específica, a relação de equilíbrio de uma quantidade de água sorvida por componentes do material biológico e a pressão de vapor ou umidade relativa, a uma dada temperatura. Esta relação depende da composição química dos alimentos (PARK et al., 2001).

Segundo FIOREZE (1982) quando um material é exposto à determinada umidade ambiente, sua reação é no sentido de ajustar a própria umidade a uma condição de

equilíbrio com este ambiente. Para determinada composição de matéria seca, à medida que o alimento tem seu conteúdo de água diminuído, a atividade desta também diminuirá e vice-versa. Tal relação não é linear, e pode ser representada pela chamada curva de sorção ou isoterma de sorção.

O conteúdo de umidade que o produto alcança, quando deixado por longo tempo em contato com determinada condição ambiente, é definido como umidade de equilíbrio (HONORES, 1995).

De acordo com ALONSO (2001) as isotermas de sorção podem ser obtidas de duas maneiras, ou por secagem, retirada de água do alimento (dessorção), ou por hidratação de amostras previamente secas (adsorção). As duas isotermas apresentam, geralmente, valores diferentes para algumas faixas de atividade de água, indicando diferentes associações da água aos solutos nos dois processos referenciados, ou pelo menos, de diferentes intensidades de associação.

Através da construção de isotermas de sorção de umidade, pode-se resolver numerosos problemas de processamento e estocagem de alimentos e produtos alimentícios, entre os quais predição do tempo de secagem, da vida de prateleira em uma determinada embalagem e dos requisitos básicos necessários para que se possa embalar um produto, e ainda a caracterização de um produto, no equilíbrio, quando o mesmo é constituído por componentes de atividades de água diferentes.

De acordo com CABRAL & ALVIM (1981) o conhecimento do traçado da isoterma de adsorção de umidade de um produto alimentício é de fundamental importância na escolha do material de embalagem adequado. As informações obtidas a partir desta determinação permitem estabelecer as concentrações críticas de umidade para um dado alimento, e, conseqüentemente, estabelecer com exatidão qual a proteção que ele requer para que suas características físicas sejam preservadas.

Uma maneira melhor de conhecer o comportamento higroscópico dos produtos alimentícios em pó, é através das isotermas de sorção. O interesse teórico e prático de conhecer as isotermas de produtos desidratados é essencial para estabelecer condições ideais de conservação, de transformação e do dimensionamento dos equipamentos de secagem e transporte. O estudo da higroscopicidade e da tendência a formar agregados de alta consistência “caking” de pós de frutas e legumes obtidos por diferentes processos de secagem é de fundamental importância no comportamento higroscópico e para a estabilidade físico-química destes (DE GOIS & CALVIDAL, 1986). Por outro lado, constatamos que, mesmo após o processo de secagem, não é raro que os pós alimentícios

em geral e, especialmente, as hortaliças e frutas desidratadas, apresentem ainda problemas relacionados com a reologia e a higroscopicidade. Portanto, torna-se essencial estudarmos as propriedades primárias de origem química e físico-química (higroscopicidade, teor de água, atividade de água), assim como suas propriedades secundárias, consequência direta de fatores externos tais como vibrações, gravidade, pressões, condições de armazenamento, gradiente de temperatura, etc (LOISEL, 1988; ILARI, 1995).

Não existe uma equação geral para isotermas de alimentos, em razão de que a atividade de água depende da composição dos alimentos e da interação dos diferentes constituintes com a água, em condições de equilíbrio termodinâmico (TRAVAGLINI et al., 2001).

Existem numerosos modelos matemáticos disponíveis na literatura, que predizem satisfatoriamente uma isoterma de adsorção de umidade em alimentos. A vantagem da utilização de modelos matemáticos na predição das isotermas de adsorção de umidade está no fato de que, com poucos pontos experimentais, pode-se construir uma isoterma que, por sua vez, pode ser facilmente interpolada ou extrapolada para obtenção de pontos nas regiões de baixas e altas atividades de água, pontos estes de difícil determinação experimental (PENA et al., 1997).

Alguns modelos matemáticos empíricos e teóricos têm sido propostos para o ajuste das curvas de umidade de equilíbrio de vários produtos, em função da atividade de água e também da temperatura do ar. O uso de modelos é de grande significação, tanto no armazenamento quanto na secagem. Durante a secagem e devido as variações contínuas de temperatura e umidade relativa do ar em contato com o produto, ocorrem mudanças no teor de umidade de equilíbrio, sendo, portanto, necessário o seu cálculo inúmeras vezes, os quais são facilitados com o auxílio dessas equações (CHIRIFE & IGLESIAS, 1978).

Com o intuito de prever o comportamento das isotermas, diversos autores propuseram modelos de ajuste de isotermas de sorção. Estes modelos são úteis no conhecimento das características dos produtos, sendo em sua maioria modelos empíricos.

GAB

Guggenheim, Anderson e De Boer estenderam as teorias de adsorção física de BET, resultando numa equação tripamétrica, que permite um melhor ajuste dos dados de sorção dos alimentos, até a atividade de água de 0,9 (ALONSO, 2001). A equação de GAB é descrita de acordo com a Equação 2.6.

$$U_{eq} = \frac{U_m C k a_w}{(1 - k a_w)(1 - k a_w + C k a_w)} \quad (2.6)$$

em que:

U_{eq} - umidade de equilíbrio

a_w - atividade de água

U_m - umidade na monocamada molecular

C e k – são constantes de adsorção relacionadas com as interações energéticas entre as moléculas da monocamada e as subseqüentes, num dado sítio de sorção

As constantes C e k dependem da temperatura e natureza do produto. Quando $k = 1$, a equação de GAB fica reduzida a equação de BET linearizada.

O modelo de GAB tem sido ajustado com sucesso às isotermas de sorção de diversos produtos alimentícios, dentre eles FADINI et al. (2005) utilizaram para estimar as isotermas de sorção de umidade de produtos à base de macadâmia.

Peleg

O modelo empírico de quatro parâmetros, também denominado modelo de Peleg (Eq. 2.5) tenta conjugar duas tendências em uma equação. As equações de três ou mais parâmetros, quase sempre, dão melhores resultados na predição (PELEG, 1993).

$$U_{eq} = k_1 a_w^{n_1} + k_2 a_w^{n_2} \quad (2.7)$$

em que:

U_{eq} - umidade de equilíbrio

K_1, K_2, n_1 e n_2 - constantes do modelo

a_w - atividade de água

Smith

Smith estabeleceu a Equação 2.8, de dois parâmetros, para estudar o equilíbrio higroscópico de materiais biológicos. As equações de dois parâmetros são as mais

utilizadas por serem de fácil solução matemática, porém tem o inconveniente de, em geral, não se prestarem para predizer isotermas em toda faixa de a_w (ALONSO, 2001).

$$U_{eq} = M_a - M_b (\ln(1 - a_w)) \quad (2.8)$$

em que:

U_{eq} - umidade de equilíbrio

a_w - atividade de água

M_a e M_b - parâmetros de ajuste do modelo

2.5 – Embalagem

Embalagens são recipientes ou invólucros destinados ao acondicionamento de alimentos com o objetivo de proteger, facilitar o transporte, a comercialização e o consumo dos alimentos. As embalagens apresentam funções múltiplas em relação aos alimentos que contém, dentre estas se citam função de conter, de marketing, de informação, de segurança alimentar e de conservação e proteção. A classificação das embalagens segundo a sua funcionalidade é a seguinte: embalagem primária – recipiente em contato direto com o produto; embalagem secundária – recipientes e acessórios para conter e proteger as embalagens primárias; embalagens de transporte (terciária) – embalagem externa, a qual contém várias unidades secundárias. Segundo a consistência, as embalagens são classificadas em: rígidas, semi-rígidas e flexíveis (ALDRIGUE et al., 2003).

O grande aumento da produção industrial, tal como o desenvolvimento dos sistemas de distribuição (varejo e atacado) tornou necessária uma maior proteção dos produtos alimentícios. A embalagem, além das funções de proteção passiva (constitui uma barreira a todos os tipos de contaminação e choques físicos) e ativa (cria ambientes protetores - anaerobiose, vácuo, atmosfera controlada, etc. - ao redor do alimento), tem ainda funções de conservação (manutenção das características nutritivas e organolépticas), de informação sobre o seu conteúdo e também de "marketing" (HEILBRONN et al., 1992).

Para que a embalagem possa cumprir todas as funções que lhe competem, é imprescindível que a sua escolha se faça por rígido planejamento, do qual conste o estudo da embalagem, em todos os seus aspectos e a viabilidade de sua utilização. Tal estudo deve abranger a análise e a crítica de todas as suas características, com a finalidade de promover

a sua completa adequação ao produto e servir aos interesses mercadológicos. A embalagem é a imagem do produto, o elo de comunicação entre quem vende e quem compra (EVANGELISTA, 1994).

A embalagem pode servir a um objetivo específico ou atender às múltiplas necessidades. Entretanto, MOURA & BANZATO (1990) afirmam que, para que uma embalagem seja perfeita, deve contribuir para as seguintes metas, entre outras preservar o produto na armazenagem, facilitar ao consumidor o uso do produto, facilitar o manuseio, estocagem e transporte e atender às regulamentações governamentais quanto à segurança e saúde do consumidor. Estes fatores, combinados ou não, devem ser cuidadosamente observados na determinação do conceito de uma embalagem. Consideram-se tais fatores complementares às características das embalagens.

De acordo com ROMANO (1996) as embalagens apresentam uma ampla variedade de formas, modelos, materiais, tamanhos e cores. Fazem parte de nossa vida diária de diversas maneiras, algumas reconhecidas conscientemente, outras de influência bem sutil, todas, porém, proporcionando benefícios que justificam a sua existência, pois fazem parte do nosso cotidiano, tornando difícil imaginar a vida atual sem as mesmas.

A qualidade dos produtos desidratados se altera com o tempo de armazenamento, devido a diversas reações de natureza enzimática, oxidativa, entre outras. Sendo assim, faz-se necessário que tais produtos sejam embalados de forma a evitar o contato com o oxigênio e com a umidade do meio, para que possam apresentar uma maior vida-de-prateleira. Esta depende, fundamentalmente, da proteção oferecida pela embalagem contra a absorção de umidade presente no ambiente de estocagem (ALVES, 2001).

Produtos submetidos à secagem, embora se beneficiem do retardo no crescimento de microrganismos e do aumento no tempo de conservação, necessitam, nas fases de transporte e armazenamento, de embalagem adequada, que mantenham as características do produto obtidas na secagem (EVANGELISTA, 1994).

De acordo com CABRAL & ALVIM (1981) os materiais flexíveis plásticos constituem uma excelente opção para a embalagem de produtos alimentícios desidratados. A embalagem flexível para produtos alimentícios desidratados limita o seu contato com o oxigênio atmosférico e o seu ganho de umidade. Estes processos são simultâneos, mas, às vezes, para a conservação de um determinado alimento, é mais importante apenas um deles.

2.5.1 - Polietileno

Pode-se definir plástico como materiais que contêm como parte integrante essencial uma ou mais substâncias orgânicas poliméricas, possuindo em geral peso molecular elevado e consistência sólida em seu estado final, porém permitindo, em algum estágio de sua produção ou processamento, ser moldado sob ação de temperatura e pressão (HEILBRONN et al., 1992).

O uso do plástico como embalagem tem como função diminuir os ritmos metabólicos que ocorrem por meio das modificações do ar ambiental, diminuindo os níveis de O₂ (CABRAL & SOLER, 1978).

De acordo com BLASS (1988) os principais plásticos usados são polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno de alta densidade (PEAD), polipropileno (PP), poliestireno (PS), poliestireno expandido (EPS), poliuretano (PU), policloreto de vinila (PVC), uréia-formaldeído (UF), acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), acetato de celulose (CA), propionato de celulose, fenólicos, policarbonato (PC) e poliéster. Os polietilenos são inertes face à maioria dos produtos químicos comuns, devido à sua natureza parafínica, seu alto peso molecular e sua estrutura parcialmente cristalina. Em temperaturas abaixo de 60 °C são parcialmente solúveis em todos os solventes.

Devido ao baixo custo e aplicação diversificada, inúmeras opções de embalagens plásticas flexíveis, semi-rígidas e rígidas, estão disponíveis no mercado, com diferentes características de barreira. Dentre os plásticos mais utilizados e de menor preço em todo o mundo, o polietileno é dos mais versáteis, apresentando resistência e flexibilidade que o tornam aplicável a um elevado número de opções de embalagem. As suas principais vantagens são a facilidade de soldagem, baixa permeabilidade ao vapor de água, excelentes características de isolamento elétrico, inércia química (resistente a ácidos, álcalis, solventes orgânicos) e grande resistência à tração (CABRAL et al., 1980; PIERGIOVANNI, 1998).

Os polietilenos são as resinas termoplásticas mais utilizadas no mundo, com cerca de 40% do total do mercado. Existem 2 tipos de polietileno: polietileno de alta densidade (PEAD) e polietileno de baixa densidade (PEBD). O polietileno de alta densidade teve sua produção comercial iniciada na década de 50. O principal segmento de aplicação de PEAD no Brasil é o de filmes destinados à produção de sacolas de supermercados e sacos picotados em rolos, que, em 2002, corresponderam à cerca de 40% da demanda total de PEAD. O PEBD foi o primeiro a ser produzido, com baixa taxa de crescimento, principalmente pelo seu maior custo, decorrente do seu processo de produção, em alta

pressão. A principal aplicação é em filmes destinados ao empacotamento de alimentos. (FERNANDES, 1987).

Segundo GAVA (1988) o polietileno é um polímero do etileno obtido por dois processos diferentes. O polietileno de baixa densidade (0,910 a 0,925) é obtido submetendo-se o etileno à temperatura entre 150 e 200 °C e pressão de 1.200 atmosfera, na presença de traços de oxigênio, ao passo que o polietileno de alta densidade (0,941 a 0,965) é obtido a uma pressão de 40 atm e temperaturas entre 60 e 160 °C, na presença de metais alcoilados. As propriedades notórias do polietileno estão na sua resistência, baixo custo, disponibilidade, transparência, facilidade de termossoldagem e excelente barreira à água.

2.5.2 - Laminado

A finalidade de se laminar dois ou mais filmes flexíveis de embalagem é a de incrementar as propriedades de barreira do laminado resultante, quando comparado com as de seus componentes individualmente (CABRAL & ALVIM, 1981).

A folha de alumínio, como material de embalagem flexível, é utilizada diretamente como invólucro de determinados alimentos e como parte de laminados. Ela tem aplicações interessantes, quando usada sozinha e associada a outros materiais, como o polietileno, pois a folha de alumínio possui furos ou poros, que dá à folha de alumínio, péssima condição em matéria de barreira contra a umidade. Esse poder de impermeabilidade, que no alumínio isolado era de somente 5 vezes mais do que o polietileno, após a laminação se torna 50 vezes maior, e quanto ao oxigênio, a barreira se fortalece mil vezes mais (EVANGELISTA, 1994).

As características indispensáveis dos laminados, segundo CABRAL et al. (1983), é que eles têm ótima barreira a gases, à umidade, boa rigidez, aptidão de fechamento e impermeabilidade.

Os laminados são embalagens desenvolvidas pela reunião, numa só estrutura, de dois ou mais componentes (filmes plásticos, alumínio, papel ou papelão e outro filme plástico), sendo adequados para produtos sensíveis às reações de oxidação, atuando como barreira ao oxigênio e à luz (GARCIA et al., 1989).



3 - MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos experimentais foram conduzidos no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA), pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

3.1 - Matéria-prima

Utilizou-se polpa de buriti (*Mauritia flexuosa, L.*), proveniente do Município de Codó, no Estado do Maranhão.

3.1.1 - Obtenção da matéria-prima

Os buritis foram colhidos na palmeira, quando os primeiros frutos começaram a se desprender dos cachos; esses cachos foram retirados e envolvidos com lonas plásticas de cor preta durante um período de dois dias (48 horas); em seguida foram levados para tanques com água, onde permaneceram por dois dias ou até que começassem a desprender a casca com facilidade. A seguir os frutos foram lavados em água corrente, sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 50 ppm durante 15 minutos e enxaguados em água corrente, para retirar o excesso da solução de hipoclorito. Depois foi removida a polpa (massa) do fruto e adicionado um percentual de água (20% em relação ao peso da massa) para facilitar o despulpamento. Obtida a polpa esta foi congelada e transportada por via terrestre para o LAPPA em caixas de isopor. Ao chegarem no laboratório as polpas foram descongeladas, homogeneizadas, re-embaladas, re-congeladas rapidamente por imersão em nitrogênio líquido, e em seguida armazenadas em freezer até o momento da realização dos experimentos.

Antecedendo ao armazenamento e para o início dos trabalhos, a polpa do buriti foi caracterizada quanto as propriedades de pH, acidez total titulável, umidade, sólidos solúveis totais, açúcares redutores, cinzas, cor, desidratação; transformada em pó (trituração) o qual foi acondicionado e armazenado (Figura 3.1).



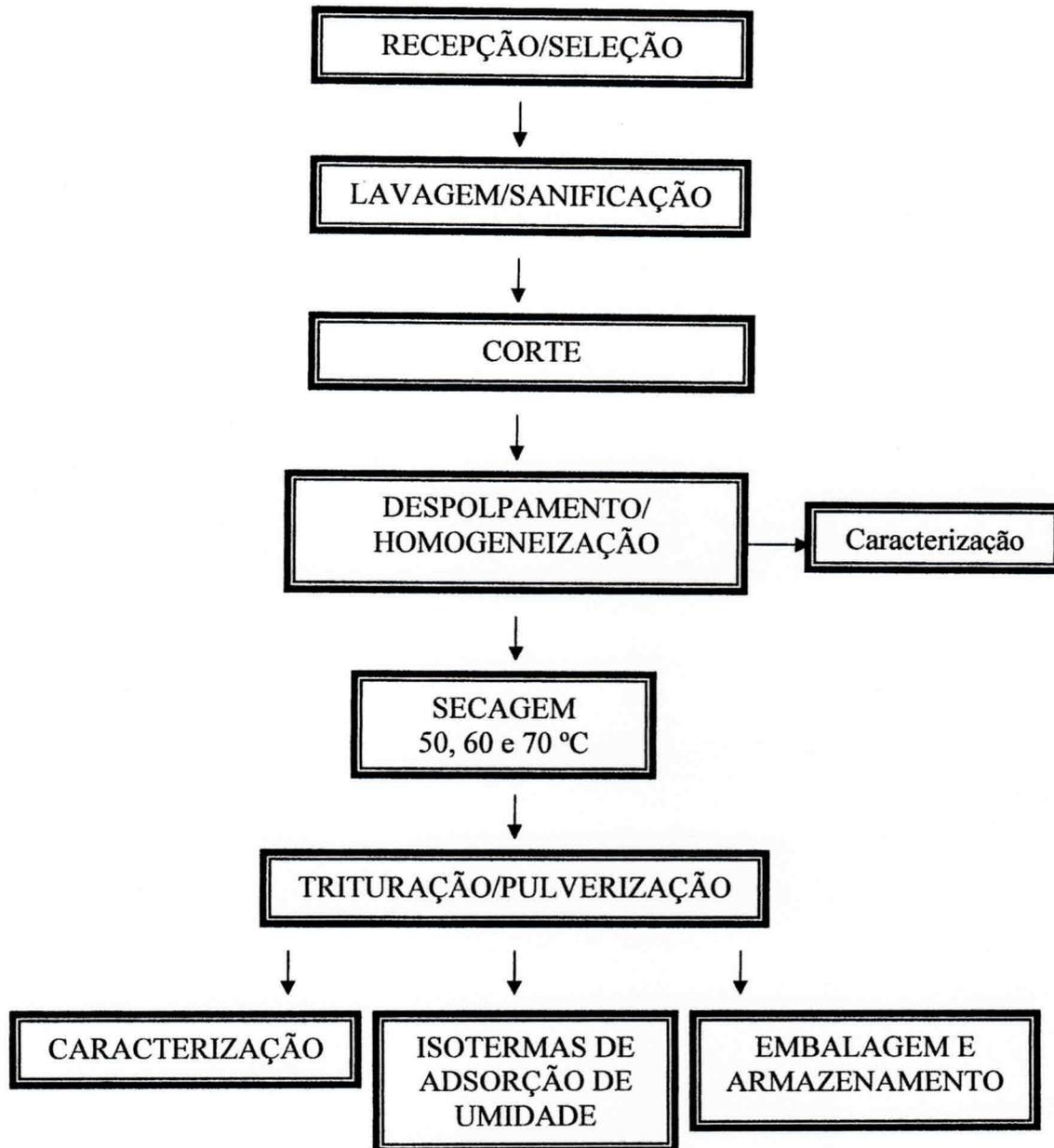


Figura 3.1 - Fluxograma das etapas desenvolvidas neste trabalho

3.2 - Caracterização físico-química da matéria-prima

3.2.1 - pH

Determinou-se o pH das amostras através do método potenciométrico, em peagômetro da marca Analyser modelo 300 M, previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0.

3.2.2 - Acidez total titulável

A acidez total titulável foi definida pelo método acidimétrico da AOAC (1997), utilizando-se solução padronizada de NaOH 0,1 N. Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico.

3.2.3 - Umidade

A umidade foi encontrada pelo método descrito pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985). Os resultados foram expressos em percentagem (p/p).

3.2.4 – Sólidos solúveis totais (°Brix)

O teor de sólidos solúveis totais (°Brix) foi fixado por leitura em refratômetro de bancada, com correção de temperatura feita através de tabela proposta pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

3.2.5 - Açúcares redutores

Os açúcares redutores foram encontrados através da metodologia descrita pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985) e os resultados expressos em percentagem de glicose.

3.2.6 – Cinzas

As cinzas foram fixadas pelo método da AOAC (1997) e os resultados expressos em percentagem (p/p).

3.2.7 - Cor

Os parâmetros da cor foram medidos utilizando-se um colorímetro Minolta, modelo CR 10. As leituras foram feitas em triplicata, obtendo-se os valores médios da luminosidade (L^*), de a^* definido como a transição da cor verde ($-a^*$) para a cor vermelha ($+a^*$) e de b^* que representa a transição da cor azul ($-b^*$) para a cor amarela ($+b^*$).



3.3 - Secagem

Realizou-se a desidratação da polpa de buriti através do processo de secagem em estufa com circulação de ar, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, colocando-se cerca de 400 g da polpa espalhada em bandeja de aço inoxidável, a qual foi uniformemente espalhada com uma espátula de aço inoxidável, formando uma camada fina de aproximadamente 4 mm de espessura.

3.3.1 – Curvas de secagem

Durante a secagem da polpa de buriti, nas diferentes temperaturas (50, 60 e 70 °C), as bandejas foram pesadas em intervalos de 10 minutos no início da secagem e posteriormente a cada 30 minutos, até as amostras atingirem peso constante.

Após as secagens foram calculadas as razões de umidade, de acordo com a Equação 3.1, e traçadas as curvas em função do tempo de secagem.

$$RU = \frac{u - u_{eq}}{u_0 - u_{eq}} \quad (3.1)$$

em que:

RU - razão de umidade (adimensional)

u - umidade “absoluta” (base seca)

u₀ - umidade inicial (base seca)

u_{eq} - umidade de equilíbrio (base seca)

3.3.2 - Modelos matemáticos

Os modelos de Henderson (Eq. 3.2), Page (Eq. 3.3) e Henderson & Pabis (Eq. 3.4) foram ajustados aos dados experimentais das curvas de secagem do buriti, determinadas nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, utilizando-se o programa computacional Statistica versão 7.0.

Henderson

$$RU = Ae^{-Bt} + Ce^{-Dt} \quad (3.2)$$

em que:

RU - razão de umidade (adimensional)

A, B, C e D - constantes dos modelos

t - tempo (min)

Page

$$RU = e^{-Kt^n} \quad (3.3)$$

em que:

RU - razão de umidade (adimensional)

K e n - constantes dos modelos

t - tempo (min)

Henderson & Pabis

$$RU = Ae^{-Kt} \quad (3.4)$$

em que:

RU - razão de umidade (adimensional)

A e K - constantes dos modelos

t - tempo (min)

Para avaliar qual o melhor modelo foram utilizados como parâmetros o coeficiente de determinação (R^2) e o desvio quadrático médio (Equação 3.5).

$$DQM = \sqrt{\frac{\sum(RU_{pred} - RU_{exp})^2}{n}} \quad (3.5)$$

em que:

DQM – desvio quadrático médio

RU_{pred} – razão de umidade predito pelo modelo

RU_{exp} – razão de umidade experimental

n – número de observações

3.4 – Trituração

Após a secagem da polpa do buriti nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, descritas no item 3.3, as amostras foram retiradas das bandejas com auxílio de uma espátula de aço inoxidável e trituradas em moinho da marca Siemens (modelo 3T H40 40-AONT), transformando-se em um pó.

3.5 - Caracterização físico-química do buriti em pó

Os três tipos de amostras em pó (desidratadas a 50, 60 e 70 °C) foram caracterizadas físico-quimicamente quanto ao teor umidade, sólidos solúveis totais, cinzas, açúcares redutores e cor, adotando-se as mesmas metodologias descritas no item 3.2; para as determinações da acidez total titulável e do pH as análises foram realizadas a partir de amostras reconstituídas com água destilada, para o valor da umidade inicial de 77,25%.

3.6 - Isotermas de adsorção de umidade

Para a obtenção das isotermas de adsorção de umidade das amostras do buriti em pó (desidratadas a 50, 60 e 70 °C), foi empregado o método gravimétrico estático, no qual se utilizaram soluções saturadas de sais em quatro temperaturas (10, 20, 30 e 40 °C) proporcionando diferentes atividades de água (Tabela 3.1).

As soluções de sais foram colocadas em recipientes herméticos, contendo três cadinhos com aproximadamente 1 g da amostra em cada um, permanecendo nesses ambientes até atingirem o equilíbrio em câmara do tipo B.O.D. Após atingirem o equilíbrio, as amostras foram colocadas em estufa a 105 °C até peso constante para determinação da massa seca. A seguir foram calculadas as umidades de equilíbrio de acordo com a Equação 3.6.

Tabela 3.1 - Atividade de água das soluções saturadas de sais

Sal	Temperatura			
	10 °C	20 °C	30 °C	40 °C
CH ₃ COOK	0,2338	0,2311	0,2161	0,2040
MgCl ₂	0,3347	0,3307	0,3244	0,3600
K ₂ CO ₃	0,4314	0,4316	0,4317	0,4320
Mg (NO ₃) ₂	0,5736	0,5380	0,5140	0,4842
NaBr	0,6215	0,6021	0,5603	0,5317
NaCl	0,7567	0,7547	0,7509	0,7468
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,8206	0,8134	0,8063	0,7991
KCl	0,8677	0,8511	0,8362	0,8232
K ₂ CrO ₄	-	-	0,9708	0,9589

Fonte: GREENSPAN (1977).

Os cálculos dos valores da umidade de equilíbrio (Eq. 3.6) foram realizados para cada cadinho e, por último, calculou-se a média aritmética das três repetições para cada atividade de água. Traçou-se então as curvas das umidades de equilíbrio (isotermas de adsorção) em função da atividade de água.

$$U_{eq} = \frac{m_{\text{água}}}{m_s} 100 \quad (3.6)$$

em que:

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

$m_{\text{água}}$ - massa de água (g)

m_s - massa seca (g)

Os modelos de GAB (Eq. 3.7), Peleg (Eq. 3.8) e Smith (Eq. 3.9) foram ajustados às isotermas de adsorção de umidade das amostras do buriti em pó, utilizando-se o processador matemático STATISTICA versão 7.0.

GAB

$$U_{eq} = \frac{U_m CKa_w}{(1 - Ka_w)(1 - Ka_w + CKa_w)} \quad (3.7)$$

em que:

U_{eq} - umidade de equilíbrio

a_w - atividade de água

U_m - umidade na monocamada molecular

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

Peleg

$$U_{eq} = k_1 a_w^{n_1} + k_2 a_w^{n_2} \quad (3.8)$$

em que:

U_{eq} - umidade de equilíbrio

a_w - atividade de água

K_1, K_2, n_1, n_2 - constantes do modelo

Smith

$$U_{eq} = M_a - M_b \ln(1 - a_w) \quad (3.9)$$

em que:

U_{eq} - umidade de equilíbrio

a_w - atividade de água

M_a e M_b - parâmetros de ajuste do modelo

3.6.1 - Erros experimentais

Os critérios usados para determinação do melhor ajuste dos modelos aos dados experimentais foram o coeficiente de determinação (R^2), o erro relativo (ϵ), calculado pela Equação 3.10, e o desvio percentual médio (P), calculado pela Equação 3.11.

$$\varepsilon = \frac{U_{\text{eq(exp)}} - U_{\text{eq(teor)}}}{U_{\text{eq(exp)}}} \quad (3.10)$$

$$P = \frac{100}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{|(U_{\text{eq(exp)}} - U_{\text{eq(teor)}})|}{U_{\text{eq(exp)}}} \quad (3.11)$$

em que:

ε - erro relativo

P - desvio percentual médio (%)

$U_{\text{eq (exp)}}$ – umidade de equilíbrio experimental

$U_{\text{eq (teor)}}$ – umidade de equilíbrio predito pelo modelo

n - número de dados experimentais

3.7 – Armazenamento

Utilizou-se, para o estudo do armazenamento, as amostras do buriti em pó (desidratadas a 50, 60 e 70 °C) foram acondicionadas em dois tipos de embalagens (polietileno de baixa densidade e laminada). A embalagem laminada era composta por duas camadas: uma de PET-met (Poliéster - polietileno tereftalato) que é o material metalizado com espessura de 12 μm e outra de PEBD (polietileno de baixa densidade) com espessura de 78 μm , com uma gramatura total de 90 g/m^2 . A embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD) possuía uma espessura de 0,50 μm .

Foram preparados 21 sacos, com 8 cm de largura e 12 cm de comprimento para cada tipo de embalagem. Em seguida, as embalagens contendo aproximadamente 40 g do pó de buriti, foram termosseladas e armazenadas por um período de 90 dias em local limpo e seco, à temperatura ambiente, simulando as condições de prateleira de supermercado. A cada 15 dias foram realizadas análises dos parâmetros pH, acidez total titulável, umidade, sólidos solúveis totais (°Brix), cinzas, açúcares redutores e cor, seguindo as mesmas metodologias descritas no item 3.5.

3.8 - Análise estatística

Empregou-se o programa computacional ASSISTAT versão 7.2 Beta (SILVA & AZEVEDO, 2002) na análise estatística dos dados experimentais.

Na caracterização físico-química do buriti em pó (desidratados nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C) foi realizado um delineamento inteiramente casualizado com a comparação entre médias pelo teste de Tukey. Igualmente utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, porém disposto em fatorial com 2 embalagens (laminada e polietileno), 7 tempos de armazenamento e 3 repetições para avaliar as características do pó do buriti, durante o período do armazenamento.

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Caracterização da polpa do buriti

Tem-se, na Tabela 4.1, os resultados médios da caracterização físico-química da polpa de buriti, com os respectivos desvios padrões.

Os sólidos solúveis totais da polpa do buriti encontrados foram de 9,8 °Brix, sendo superior ao valor determinado por ALBUQUERQUE et al. (2005), ao caracterizarem físico-quimicamente a polpa de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) proveniente do estado do Tocantins, que foi de 2,10 °Brix.

O pH médio da polpa do buriti está em conformidade com os dados divulgados por ALMEIDA et al. (1998) para a polpa obtida de frutos, em três estádios de maturação que foram 3,70 (semi-maduro), 3,53 (fruto climatizado) e 3,55 (maduro ao natural), e inferior ao valor médio reportado por ALBUQUERQUE et al. (2005) que foi de 4,58.

Tabela 4.1 - Caracterização físico-química da polpa de buriti

Determinação	Valor
Sólidos solúveis totais (°Brix)	9,80 ± 0,00
pH	3,70± 0,00
Umidade (%)	77,25 ± 0,11
Cinzas (%)	0,80 ± 0,03
Acidez total titulável (% ácido cítrico)	0,28 ± 0,01
Açúcares redutores (% glicose)	0,98 ± 0,03
Luminosidade (L*)	42,07 ± 0,51
Intensidade de vermelho (+a*)	18,27 ± 0,35
Intensidade de amarelo (+b*)	33,67 ± 0,49

O valor médio da umidade (77,25%) da polpa de buriti determinado foi superior aos valores encontrados por ALBUQUERQUE et al. (2005) que foi de 72,80% para a polpa de buriti da mesma espécie (*Mauritia flexuosa* L.) e por MOREIRA & ARÊAS (1998) ao estudarem a composição centesimal da polpa de buriti da espécie *Mauritia vinifera* Mart que foi de 72,80%. Constata-se que a umidade encontra-se dentre os valores normalmente obtidos para frutas, que geralmente varia de 70 a 95% (CHITARRA & CHITARRA, 1990; MENDEZ et al., 1995).

A fração de cinzas obtida para a polpa do buriti foi de 0,80%, sendo inferior ao valor encontrado por ALBUQUERQUE et al. (2005) que foi de 0,98%, entretanto, este valor é superior ao de frutas como o abacate, que tem um teor de minerais de 0,3-0,4% (MENDEZ et al., 1995).

O resultado médio da acidez total titulável encontrado para a polpa de buriti foi de 0,28% de ácido cítrico, sendo próximo ao da polpa de açaí determinado por PEREIRA et al. (2002), que é um fruto de uma palmeira de origem amazônica.

O valor médio dos açúcares redutores da polpa de buriti foi de 0,98% de glicose, tal valor é bem inferior aos valores encontrados por ALMEIDA et al. (1998), que foram de 2,89; 3,43; 4,37% de glicose para a polpa do buriti obtida em três estágios de amadurecimento (semi-maduro, fruto climatizado e maduro ao natural).

Quanto aos parâmetros da cor da polpa de buriti, a luminosidade (L^*) foi de 42,07; a intensidade de vermelho ($+a^*$) foi de +18,27 e a intensidade de amarelo ($+b^*$) foi de +33,67, comprovando-se instrumentalmente a predominância da cor amarela na polpa do buriti. Segundo BRITTON (1991), a matéria corante na polpa de buriti é quase na totalidade constituída de carotenóides.

4.2 - Curvas de secagem da polpa de buriti

Na Figura 4.1 têm-se as curvas experimentais da secagem da polpa de buriti nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, representadas pelo adimensional de umidade (razão de umidade) em função do tempo.

Constata-se que as curvas de secagem foram influenciadas pela temperatura, com a redução gradativa nos tempos sob o efeito da utilização de temperaturas mais elevadas do ar de secagem. Assim, a curva de pontos referente à temperatura de 70 °C apresenta uma tendência de redução na razão de umidade mais acentuada que a curva representando 60 °C, que por sua vez demonstra redução mais rápida que a curva referente a 50 °C nos primeiros 200 minutos. Em síntese, tem-se que a perda de umidade é mais rápida no início do processo de secagem, porém com diferença acentuada para as temperaturas de 70 e 60 °C frente à de 50° C, que requer bem mais tempo que estas para secar o buriti.

Com relação à temperatura observa-se na Figura 4.1, e com mais precisão na Tabela A.1 (Apêndice A), que o tempo gasto para secagem da polpa de buriti foi de aproximadamente 8,5 horas para a temperatura de 50 °C, de 8,0 horas para a temperatura

60 °C e de 7,0 horas para temperatura de 70 °C. Constatando-se que a temperatura é uma variável de influência no processo de secagem.

GOUVEIA et al. (1999) utilizaram o planejamento experimental na avaliação da cinética de secagem de caju para a identificação dos efeitos da temperatura e velocidade do ar de secagem e verificaram que a temperatura foi o fator que exerceu maior influência no processo. Este comportamento foi também observado por PRADO (1998) e FARIAS et al. (2002) secando tâmaras e cajá, respectivamente. KROKIDA et al. (2003) relataram, ao secarem vários tipos de vegetais, que existe uma aceleração do processo de secagem devido ao aumento da temperatura do ar de secagem, sendo a temperatura considerada como o fator mais importante que governa a taxa de secagem.

ALEXANDRE (2005) determinou para a polpa de pitanga desidratada pelo processo de secagem em camada de espuma, tempo de secagem próximo ao do presente estudo, com 8 horas para a temperatura de 50 °C.

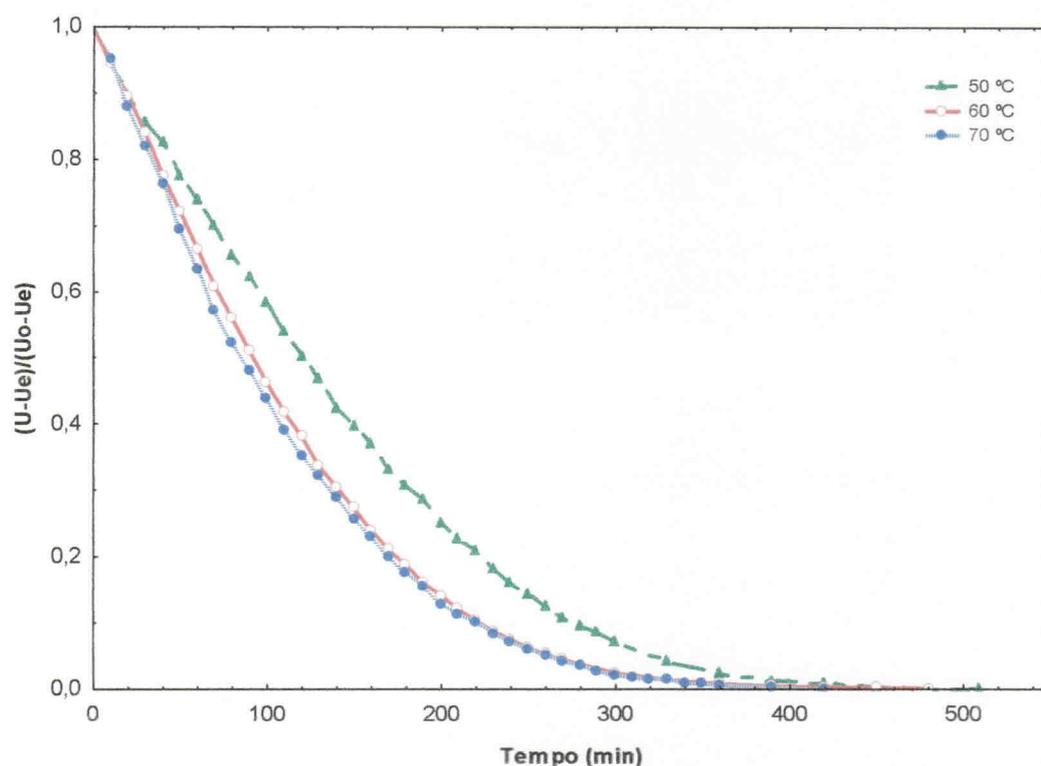


Figura 4.1 - Curvas de secagem da polpa de buriti nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.

Na Tabela 4.2 encontram-se os parâmetros dos modelos de Page, Henderson e Henderson & Pabis ajustados aos dados experimentais de secagem da polpa de buriti nas

diferentes temperaturas e seus coeficientes de determinação (R^2) e desvios quadráticos médios (DQM).

Verifica-se que os modelos utilizados se ajustaram bem aos dados experimentais das secagens, apresentando coeficientes de determinação (R^2) com valores superiores a 0,98. Constata-se que, dentre os modelos testados, o de Page, com dois parâmetros, apresentou os maiores valores de R^2 e os menores valores de DQM, ajustando-se melhor aos dados observados, seguido do modelo de Henderson & Pabis nas temperaturas de 60 e 70 °C e do modelo de Henderson na temperatura de 50 °C.

Observou-se na presente pesquisa que ao se ajustar o modelo semi-teórico de Page às curvas de secagem da polpa de buriti nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, os coeficientes de determinação foram superiores a 0,99 em todas as temperaturas, com os valores do parâmetro n acima de 1, variando entre 1,33 e 1,25, apresentando redução com o aumento da temperatura. Valores próximos foram encontrados por ALEXANDRE et al. (2006) ao ajustarem o modelo de Page às curvas de secagem da polpa de pitanga, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, obtendo coeficientes de determinação superiores a 0,99 e os valores da constante n acima de 1, variando entre 1,34 e 1,50. Para a constante K , verifica-se aumento nos valores com o aumento da temperatura, estando de acordo com o comportamento verificado por SIMAL et al. (2005) ao ajustarem o modelo de Page às curvas de secagem de kiwi em cubos nas temperaturas entre 30 e 90 °C. Segundo SOUSA et al. (2000) os valores do parâmetro n geralmente são muito próximos, sendo difícil detectar a influência da temperatura; estes pesquisadores mencionaram, ainda que, contrariamente, o parâmetro K é visivelmente função da temperatura.

Aumento nos valores com o aumento da temperatura foi observado também para o parâmetro K do modelo semi-teórico de Henderson & Pabis. Segundo GUEDES & FARIA (2000) o parâmetro K do modelo de Henderson & Pabis é influenciado pela temperatura; estes pesquisadores relataram ainda que esta constante pode ser descrita por uma equação do tipo Arrhenius. SILVA et al. (2005) verificaram, ao ajustarem o modelo de Henderson & Pabis às curvas de secagem de fatias de banana da variedade maçã desidratadas em secador de leito fixo, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C que o valor do parâmetro K aumentou com o aumento da temperatura e o valor de A ficou em torno de 0,9.

O parâmetro A do modelo de Henderson apresentou comportamento de decréscimo com o aumento da temperatura, já os parâmetros B , C , D aumentaram com o acréscimo da temperatura.

Tabela 4.2 - Parâmetros de ajuste dos modelos de Page, Henderson & Pabis e Henderson e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e desvios quadráticos médios (DQM)

Modelo	Temperatura (°C)	Parâmetros				R^2	DQM
		K		n			
Page	50	0,0012		1,3349		0,9972	0,0160
	60	0,0019		1,3105		0,9994	0,0079
	70	0,0026		1,2551		0,9993	0,0087

Modelo	Temperatura (°C)	Parâmetros		R^2	DQM
		A	K		
Henderson & Pabis	50	1,0798	0,0071	0,9819	0,0412
	60	1,0850	0,0093	0,9879	0,0341
	70	1,0791	0,0097	0,9911	0,0294

Modelo	Temperatura (°C)	Parâmetros				R^2	DQM
		A	B	C	D		
Henderson	50	0,6268	0,0071	0,4527	0,0071	0,9821	0,0412
	60	0,5409	0,0092	0,5409	0,0092	0,9878	0,0342
	70	0,5392	0,0098	0,5410	0,0098	0,9904	0,0294

Nas Figuras 4.2, 4.3 e 4.4 estão representados os dados experimentais das curvas de secagem da polpa de buriti nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, e as curvas ajustadas pelos modelos de Page, Henderson e Henderson & Pabis. Observa-se que a curva ajustada a partir do modelo de Page é a que mais se aproxima dos dados experimentais, confirmando os melhores ajustes obtidos com a aplicação desse modelo.

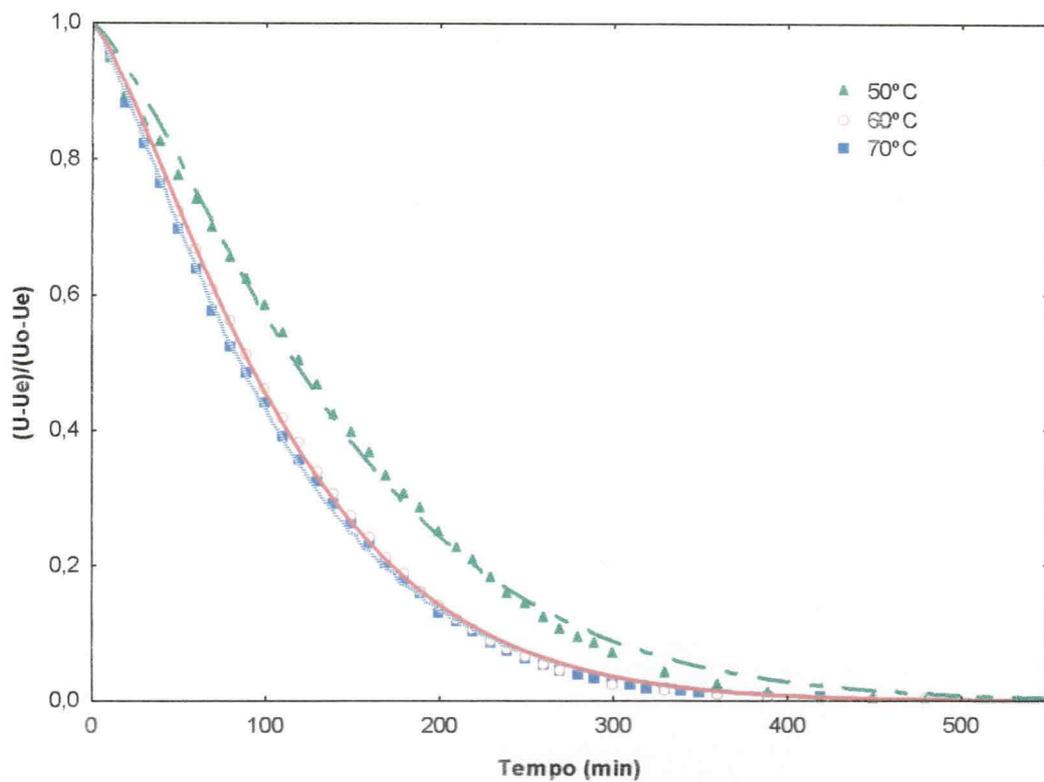


Figura 4.2 - Curvas de secagem experimentais da polpa de buriti a 50, 60 e 70 °C , ajustadas pelo modelo de Page

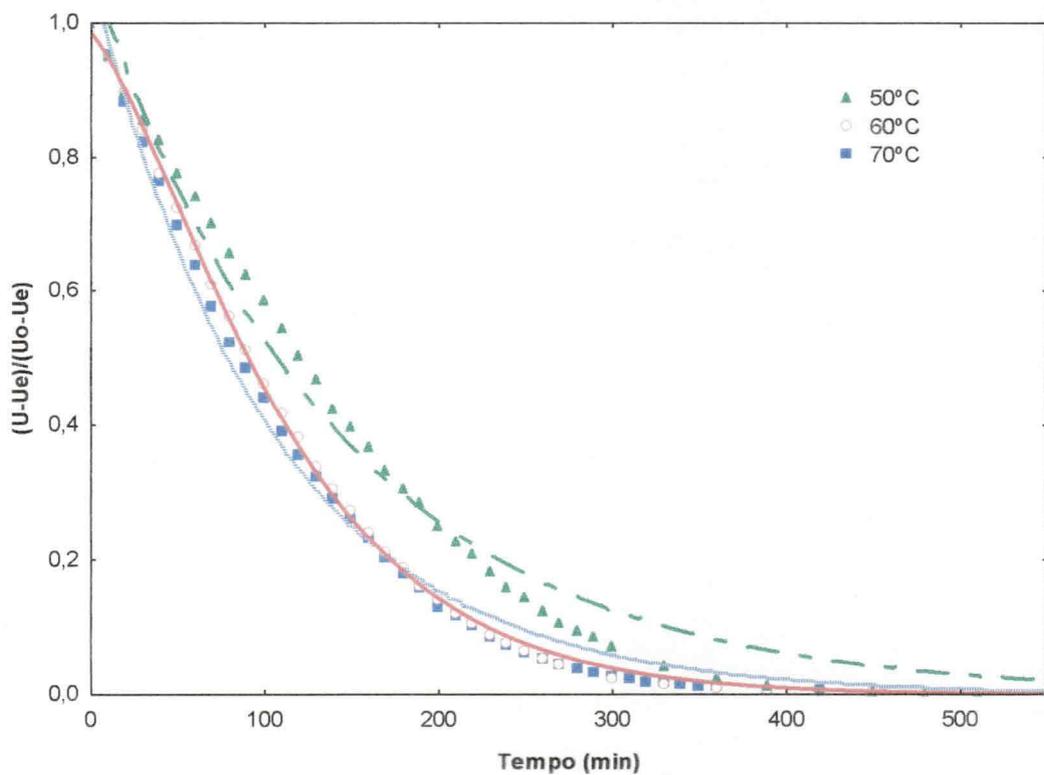


Figura 4.3 - Curvas de secagem experimentais da polpa de buriti a 50, 60 e 70 °C, ajustadas pelo modelo de Henderson

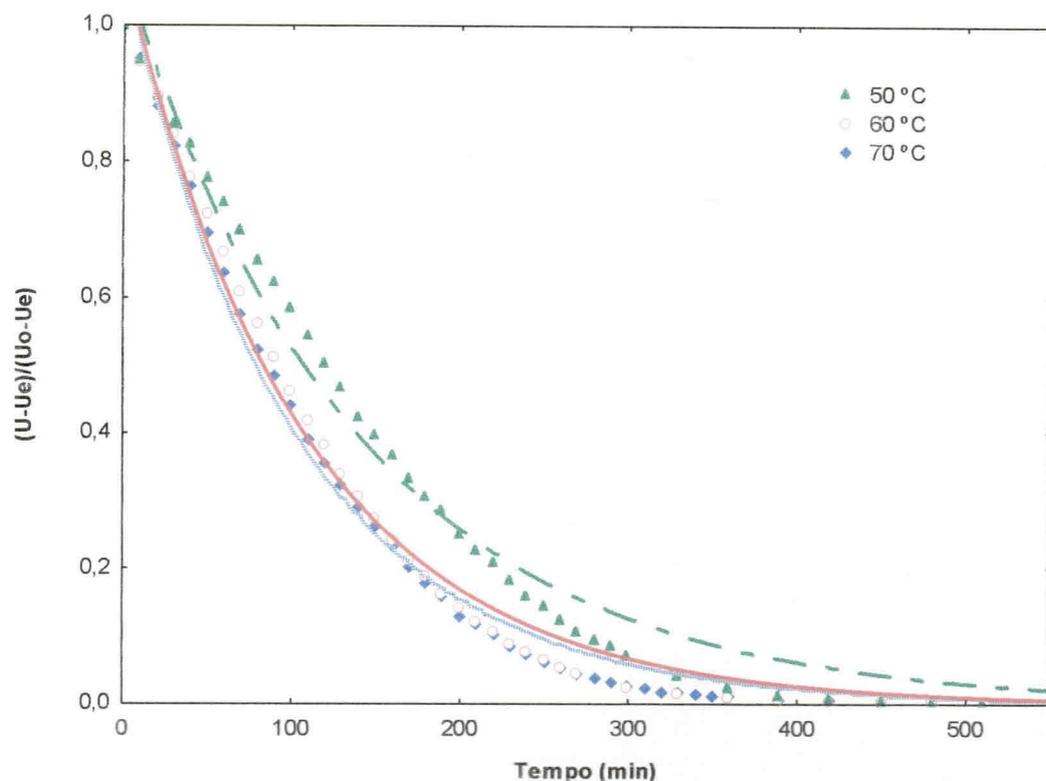


Figura 4.4 - Curvas de secagem experimentais da polpa de buriti a 50, 60 e 70 °C, ajustadas pelo modelo de Henderson & Pabis

4.3 - Caracterização do buriti em pó

Na Tabela 4.3, encontram-se os resultados médios da caracterização físico-química do buriti em pó desidratado, nas temperaturas de secagem a 50, 60 e 70 °C, com os respectivos desvios padrões, enquanto as análises de variância encontram-se no Apêndice B (Tabelas B.1 a B.9).

Os valores médios encontrados dos sólidos solúveis totais da polpa do buriti submetida a secagem em diferentes temperaturas e transformada em pó foram de 10,27 °Brix; pode-se notar que as temperaturas de secagem não influenciaram significativamente nos teores de sólidos solúveis totais, uma vez que tais teores foram iguais para as três temperaturas de secagem. Comparando-se esses teores com o da polpa de buriti integral (Tabela 4.1) observa-se que houve um aumento de 4,8% nos sólidos solúveis totais, sendo esperado em razão do processo de secagem eliminar parte da água contida na amostra, concentrando os sólidos solúveis totais. Verifica-se, entretanto, que os sólidos solúveis totais no buriti em pó apresentaram um teor relativamente pequeno, fato justificado em virtude dos sólidos solúveis representarem principalmente o teor de açúcares e de outras

substâncias em menor quantidade como vitaminas, compostos fenólicos, pectinas, ácidos orgânicos, etc. (CHITARRA & CHITARRA, 2005), significando que o buriti em pó é pobre em açúcares.

Observa-se na Tabela 4.3 que as médias do pH das amostras de buriti em pó obtidas por meio da secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C são iguais. Verifica ainda, que o valor do pH da polpa de buriti antes da secagem (Tabela 4.1) era de 3,70 e passou, após a secagem e transformação em pó, para um valor médio de 3,56 em todas as amostras, apresentando uma queda de 3,78%. Comportamento semelhante foi relatado por SOARES et al. (2001) comparando os resultados médios de pH da acerola (*Malpighia emargina* D.C) antes e após a desidratação da polpa, pelo processo “Foam-mat”; tais autores encontraram uma diminuição no valor do pH da ordem de 2,72%.

Tabela 4.3 – Caracterização físico-química do buriti em pó

Determinação	Temperatura		
	50 °C	60 °C	70 °C
Sólidos solúveis totais (°Brix)	10,27±0,00 a	10,27±0,00 a	10,27±0,00 a
pH	3,56±0,01 a	3,56±0,01 a	3,56±0,01 a
Umidade (%)	5,81±0,02 c	6,67±0,07 a	6,11±0,10 b
Cinzas (%)	2,83±0,17 a	2,82±0,16 a	2,65±0,38 a
Acidez total titulável (% ácido cítrico)	0,96±0,01 b	0,98±0,01 b	1,01±0,01 a
Açúcares redutores (% glicose)	4,72±0,15 b	4,74±0,05 b	5,52±0,05 a
Luminosidade (L*)	37,07±1,01 b	38,27±0,15 ba	41,00±1,87 a
Intensidade de vermelho (+a*)	23,30±0,72 a	23,97±0,35 a	24,27±1,42 a
Intensidade de amarelo (+b*)	40,13±1,06 b	41,53±0,32 b	45,67±2,57 a

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

Os valores médios da umidade do buriti em pó desidratado, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C foram de 5,81, 6,67 e 6,11%, respectivamente. Observa-se que quando comparada a umidade da polpa do buriti (Tabela 4.1) com a umidade do buriti em pó verifica-se que houve uma redução média da ordem de 92%. Constata-se que existe diferença significativa, a 5% de probabilidade, entre as umidades das amostras desidratadas a 50, 60 e a 70 °C. Os valores médios de umidade encontrados neste estudo são inferiores ao reportado por MOREIRA & ARÊAS (1998) para a farinha da polpa de

buriti seca ao sol e prensada que foi de 7,30%. Esta diferença demonstra que a secagem em estufa apresenta uma capacidade maior de retirada de água da polpa de buriti.

As frações de cinzas obtidas para o buriti em pó desidratado nas temperaturas de secagem de 50, 60 e 70 °C foram, respectivamente, 2,83, 2,82 e 2,65%. Tais valores foram superiores aos apresentados por MOREIRA & ARÊAS (1998) que reportaram valores de cinzas da ordem de 2,41% para a farinha da polpa de buriti seca e prensada. Observa-se na Tabela 4.3 que não existe diferença significativa entre os valores médios das cinzas das amostras desidratadas nas diferentes temperaturas. Em relação a polpa de buriti integral (Tabela 4.1) constata-se que também houve uma concentração no teor de minerais na amostra em pó, ocasionado pela redução da umidade.

Observa-se que os resultados médios da acidez total titulável encontrados para o buriti em pó, nas temperaturas de secagem de 50 e 60 °C são estatisticamente iguais, a 5% de probabilidade. Na amostra desidratada a 70 °C, além da acidez ser estatisticamente diferente das demais amostras, apresentou o maior valor, onde uma possível justificativa para este aumento da acidez, está no fato de que com a temperatura mais elevada a umidade fica reduzida e conseqüentemente a concentração da acidez é aumentada. Nota-se que houve um acréscimo de aproximadamente 3,4 vezes na acidez total titulável no buriti em pó, quando comparada com a acidez da polpa (Tabela 4.1), explicado pela diminuição da umidade e concentração do ácido cítrico durante o processo de secagem. Comportamento idêntico foi observado por JESUS et al. (2005) que verificaram aumento da acidez de, em média, 2,8 vezes após a desidratação da banana em secador de cabine com circulação forçada de ar quente a 67 °C, justificando também que com a retirada de parte da água, os ácidos da própria fruta tendem a se concentrar.

Os valores médios dos açúcares redutores do buriti em pó foram 4,72, 4,74 e 5,52% de glicose, e quando comparados com os açúcares redutores da polpa integral tem-se um aumento médio de aproximadamente 410%, indicando que houve uma concentração dos açúcares redutores no buriti em pó. A amostra desidratada na temperatura de 70 °C apresentou o maior percentual de açúcares redutores, enquanto que as amostras desidratadas nas temperaturas de 50 e 60 °C têm os menores valores, os quais são estatisticamente iguais. Valores de açúcares redutores superiores aos dos pós de buriti foram determinados por SANTOS (1983) para o abacate das variedades Prince (8,68%) e Simmonds (8,82%) desidratados em spray dryer.

Quanto aos parâmetros da cor constata-se que o valor da luminosidade (L^*) da amostra desidratada na temperatura de 50 °C é inferior e estatisticamente diferente, a 5%

de probabilidade, das demais amostras. Com relação aos valores da intensidade de vermelho (+a*) das amostras em pó observa-se que não existe diferença significativa entre as amostras, mas verifica-se que houve um aumento no valor deste parâmetro, quando comparado com a polpa integral (Tabela 4.1). Os valores das intensidades de amarelo (+b*) das amostras em pó são estatisticamente diferentes, a 5% de probabilidade. Neste caso, constata-se que temperatura de secagem influenciou significativamente este parâmetro, aumentando significativamente com o aumento da temperatura. As amostras em pó apresentaram valores da intensidade de amarelo superiores ao da polpa integral. Como os valores da intensidade de amarelo (+b*) foram superiores aos valores da intensidade de vermelho (+a*), e como percebido visualmente, a cor amarela continuou a ser a cor predominante no buriti em pó. KROKIDA et al. (2001) ao desidratarem fatias de banana, maçã e cenoura, as quais também têm a predominância da intensidade de amarelo, verificaram também o aumento de **b** após o processo de secagem com circulação de ar a 70 °C, tendo relatado ainda que este aumento de **b** significa escurecimento das amostras, que pode ser provocado por reações de escurecimento enzimático e não-enzimático.

4.4 – Isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó

As Tabelas 4.4 a 4.6 relacionam os dados experimentais da umidade de equilíbrio (U_{eq}) com a atividade de água (a_w), nas temperaturas de 10, 20, 30 e 40 °C, para o buriti em pó obtido por desidratação a 50, 60 e 70 °C.

Observando-se os dados das referidas tabelas, verifica-se que a umidade de equilíbrio aumenta com o aumento da atividade de água para a mesma temperatura, e que na maioria dos casos, ocorre um decréscimo da umidade de equilíbrio para mesma atividade de água, à medida que a temperatura aumenta. Este comportamento é similar ao reportado por JOHNSON & BRENNAN (2000) ao estudarem o comportamento das isotermas de adsorção de umidade da banana liofilizada, nas temperaturas variando entre 40 e 50 °C.

Constata-se que para as amostras de buriti em pó desidratado na temperatura de 50 °C, os valores das umidades de equilíbrio variaram entre as atividades de água mínima e máxima em 284,3% (10 °C), 315,6% (20 °C), 342,4% (30 °C) e 368% na temperatura de 40 °C. Em se tratando do buriti em pó desidratado à 60 °C pode-se observar que os valores das umidades de equilíbrio sofreram um acréscimo entre a atividade de água mínima e máxima de 303,1; 266,9; 360,6 e 341,8% nas temperaturas de 10, 20, 30 e 40 °C, respectivamente.

As amostras obtidas por secagem a 70 °C indicam um incremento da umidade de equilíbrio entre as atividades de água mínima e máxima testadas de 279,2; 245,3; 243 e 340,6% entre temperaturas respectivas de 10 a 40 °C. Observa-se, assim, que a maior variação da umidade de equilíbrio ocorreu no produto desidratado a 50 °C e na temperatura de 40 °C.

As amostras de buriti em pó apresentaram comportamento higroscópico semelhante ao do abacate em pó desidratado em secador por aspersão, que sob uma $a_w = 0,84$ e $T = 35$ °C apresentou uma umidade de equilíbrio de 16% (SANTOS, 1983); estas amostras absorvem menos umidade do que pós de frutas ricos em açúcares, tais como acerola, que nas condições de $T = 30$ °C e $a_w = 0,836$ apresentou $U_{eq} = 24,01\%$ b.s. (GOMES, 2002) e pitanga que em $T = 30$ °C e $a_w = 0,8362$ apresentou $U_{eq} = 32,49\%$ b.s. (OLIVEIRA, 2006).

Tabela 4.4 - Valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_{eq}) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, para as diferentes atividades de água (a_w), em temperaturas de 10 a 40 °C

Temperatura (°C)	a_w	U_{eq} (% b.s.)
10	0,2338	5,79
	0,3347	7,88
	0,4314	8,31
	0,5736	8,52
	0,6215	9,37
	0,7567	15,92
	0,8206	18,65
	0,8677	22,25
20	0,2311	4,49
	0,3307	5,43
	0,4316	6,81
	0,5438	8,35
	0,5914	8,50
	0,7547	12,27
	0,8134	14,64
	0,8511	18,66
30	0,2161	4,29
	0,3244	5,72
	0,4317	5,81
	0,5140	6,16
	0,5603	6,59
	0,7509	13,42
	0,8063	15,34
	0,8362	18,98
40	0,2040	3,26
	0,3160	4,64
	0,4320	4,71
	0,4842	6,21
	0,5317	6,61
	0,7468	11,59
	0,7991	13,29
	0,8232	15,26

Tabela 4.5 - Valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_{eq}) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, para as diferentes atividades de água (a_w), em temperaturas de 10 a 40 °C

Temperatura (°C)	a_w	U_{eq} (% b.s.)
10	0,2338	5,86
	0,3347	6,00
	0,4314	7,92
	0,5736	8,52
	0,6215	9,76
	0,7567	14,72
	0,8206	17,74
	0,8677	23,62
20	0,2311	5,02
	0,3307	5,05
	0,4316	6,38
	0,5438	7,08
	0,5914	7,62
	0,7547	12,24
	0,8134	14,75
	0,8511	18,42
30	0,2161	3,88
	0,3244	5,04
	0,4317	5,27
	0,5140	6,65
	0,5603	7,51
	0,7509	12,87
	0,8063	14,01
	0,8362	17,87
40	0,2040	3,47
	0,3160	4,25
	0,4320	5,29
	0,4842	5,38
	0,5317	6,03
	0,7468	11,42
	0,7991	13,61
	0,8232	15,33

Tabela 4.6 - Valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_{eq}) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, para as diferentes atividades de água (a_w), em temperaturas de 10 a 40 °C

Temperatura (°C)	a_w	U_{eq} (% b.s.)
10	0,2338	5,59
	0,3347	6,44
	0,4314	6,90
	0,5736	7,69
	0,6215	9,27
	0,7567	14,02
	0,8206	17,81
	0,8677	21,20
20	0,2311	5,01
	0,3307	5,41
	0,4316	6,11
	0,5438	7,10
	0,5914	8,30
	0,7547	13,22
	0,8134	15,70
	0,8511	17,30
30	0,2161	4,72
	0,3244	4,95
	0,4317	5,76
	0,5140	6,20
	0,5603	6,88
	0,7509	11,31
	0,8063	14,62
	0,8362	16,19
40	0,2040	3,37
	0,3160	3,82
	0,4320	4,87
	0,4842	5,37
	0,5317	6,04
	0,7468	11,12
	0,7991	13,57
	0,8232	14,85

UFCC - BIBLIOTECA

Nas Tabelas 4.7 a 4.9 estão apresentados os parâmetros de ajuste pelos modelos de Peleg, GAB e Smith das isotermas de adsorção do buriti em pó desidratado a 50, 60 e 70 °C, e também os desvios percentuais médios (P) e os coeficientes de determinação (R^2) para as temperaturas de 10, 20, 30 e 40 °C. No Apêndice C (Tabelas C.1 a C.36) são

apresentados os valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, os resíduos e os erros relativos dos modelos testados.

Os modelos de Peleg e GAB descreveram satisfatoriamente o comportamento das isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó em todas as faixas de temperatura testadas, uma vez que os valores dos coeficientes de determinação (R^2), foram superiores a 0,97 e os desvios percentuais médios (P) não ultrapassaram 7,56%. Esse comportamento era previsto em razão dos modelos de Peleg e GAB terem 4 e 3 parâmetros, respectivamente, tendo em vista que, como observado por KIRANOUDIS et al. (1993) ao estudarem as isotermas da batata, cenoura, tomate, pimentão e cebola, relataram que um maior número de parâmetros, na maioria dos casos, corresponde a melhores ajustes. Para AGUERRE et al. (1989) ajustes com desvios percentuais médios inferiores a 10% indicam uma razoável resposta dos modelos aos dados experimentais, mas de acordo com LABUZA (1985) o ajuste é considerado excelente para valores inferiores a 5%; já para WANG & BRENNAN (1991) os valores de $P \leq 5\%$ indicam um ajuste razoável para propósitos práticos.

Comparando-se o modelo de Peleg com o de GAB verifica-se que o de Peleg produziu, ainda, melhores ajustes, com maiores valores de R^2 e menores valores de P. Peleg propôs seu modelo comparando-o com o de GAB, obtendo resultados similares ou melhores para valores de atividade de água inferiores a 0,90. Esta superioridade do modelo de Peleg pode estar relacionada com o maior número de parâmetros e também por ser muito versátil em razão de se ajustar bem as isotermas, tanto sigmóides quanto não-sigmóides (MOREIRA et al., 2005). PARK et al. (2001) constataram que o modelo de Peleg apresentou os melhores ajustes para avaliação de isotermas de sorção da pêra desidratada nas temperaturas de 40 e 60 °C.

No modelo de GAB o parâmetro U_m tem significado físico, o qual representa a umidade na monocamada molecular, que para o buriti em pó desidratado, nas três temperaturas variou entre 4,6089 e 3,0630% em b.s., estando próximo aos valores determinados por FERREIRA & PENA (2003) para a farinha de pupunha nas temperaturas de 15 e 35 °C, que foi de aproximadamente 2,67 e 5,12% em b.s., respectivamente, e bem abaixo dos valores determinados por GALDINO (2003) para o umbu em pó desidratado, pelo método de secagem em camada de espuma que variou entre 15 e 27% em b.s. para temperaturas entre 25 e 35 °C. Segundo BOBBIO & BOBBIO (1995) a água na monocamada recobre o alimento como uma camada de poucos angstroms de espessura, sendo não utilizável para dissolver componentes do alimento, o que leva as reações a terem

velocidade tendente a zero, com exceção da oxidação de lipídios, que é consideravelmente mais rápida, e ao não-desenvolvimento de microrganismos. De acordo com KECHAOU & MAALEJ (2000) a temperatura tem um significado particular sobre a umidade na monocamada, a qual indica a quantidade de água fortemente adsorvida sobre os sítios primários, e é geralmente considerada como a umidade na qual o alimento é mais estável. Desta forma, constata-se que o valor de U_m diminuiu com o aumento da temperatura na maior parte dos casos, estando de acordo com o comportamento verificado por ORREGO-ALZATE et al. (2005) nas isotermas de adsorção do tomate de árvore (*Cyphomandra betacea*) liofilizado nas temperaturas de 20 a 35 °C. Segundo LABUZA et al. (1985) a correlação decrescente da umidade na monocamada com o aumento da temperatura pode ser atribuída a uma redução na capacidade total de sorção do material, a qual pode refletir nas alterações físicas e/ou químicas induzidas pela temperatura.

Os parâmetros C e K do modelo de GAB, os quais também têm significado físico, estão relacionados ao efeito da temperatura; segundo MORAGA et al. (2004) C é a constante de GAB que está relacionada ao calor de sorção na monocamada e K é a constante relacionada ao calor de sorção na multicamada.

Constata-se que os valores do parâmetro K, foram inferiores a 1, variando entre 0,8 a 0,97, sendo próximo ao valor verificado por TELIS & SOBRAL (2001) ao determinarem a isoterma de adsorção do abacaxi liofilizado a 25 °C que foi de 0,815. Esta constante descreve o perfil da isoterma na faixa de altas atividades de água, regulando a subida da curva após a parte mais plana da isoterma (planalto), na faixa de médias atividades de água (TIMMERMAN et al., 2001). K também é um parâmetro de correção das propriedades das moléculas na multicamada com relação ao volume do líquido (HEBRARD et al., 2003).

Observa-se que os valores de C são todos positivos, significando de acordo com SINGH & SINGH (1996) a forte interação exotérmica do vapor d'água com os sítios primários do alimento. Tem-se valores de C inferiores a 200, comum na maioria dos alimentos: kiwi (MORAGA et al., 2006), cajá em pó (SILVA et al., 2005), tomate (GIOVANELLI et al., 2002) dentre outros. Constata-se, ainda, valores de C muito superiores a 200, o que também foi verificado por TALLA et al. (2005) para manga e banana. VIDAL et al. (2003) mencionaram para o parâmetro C do modelo de GAB a impossibilidade de atribuir sentido físico para os valores encontrados; desta mesma forma, para o presente trabalho também se deduz a impossibilidade de sentido físico para os valores de $C > 200$. Talvez uma possível justificativa seja de que os parâmetros do modelo de GAB e seus erros dependem do tipo de análise de regressão empregado na sua

determinação (BRUMOVSKY & BRUMOVSKY, 1996), influenciando diretamente os resultados. Ainda segundo BRUMOVSKY & BRUMOVSKY (1996) a maior diferença entre os valores das constantes do modelo de GAB determinadas por diferentes métodos de regressão foi encontrada para o parâmetro C, atingindo um percentual de 38,6%.

Observando-se os valores de C e K verifica-se que $0 < K \leq 1$ e $C > 2$. Desta forma, as isotermas de adsorção de umidade de todas as amostras do buriti em pó são do Tipo II, de acordo com a classificação de Brunauer, como citado por BLAHOVEC (2004). MEDEIROS et al. (2006) também relataram que a constante C revela as características das isotermas, porém estes pesquisadores mencionaram, diferentemente de outros autores, que as isotermas são classificadas como do Tipo II quando $C > 10$.

Dentre os modelos testados, o de Smith apresentou os maiores valores de P, significando os piores ajustes, mesmo assim pode ser utilizado para estimar, no caso do produto desidratado à 50 °C, as isotermas de adsorção do buriti em pó nas temperaturas de 20 e 40 °C, visto que os valores de R^2 foram acima de 0,97 e de P abaixo de 10%. Para o buriti em pó seco a 60 °C, o modelo de Smith pode ser utilizado para prever as isotermas nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C; já para o produto obtido na temperatura de secagem a 70 °C, tal modelo é recomendado apenas nas temperaturas de 20 e 40 °C, uma vez que apresentam valores de R^2 acima de 0,97 e de P abaixo de 10% nas referidas temperaturas. GOMES (2002) encontraram valores de $P < 10\%$ ao ajustarem o modelo de Smith, indicando que o mesmo pode ser usado para estimar as isotermas de adsorção de umidade da acerola em pó, nas temperaturas entre 20 e 30 °C. Constata-se, ainda, que nas três amostras de buriti em pó não se tem relações de acréscimo ou decréscimo entre os parâmetros do modelo de Smith e a temperatura, fato contrário ao observado por HOSSAIN et al. (2001) para as isotermas de adsorção do abacaxi desidratado, os quais detectaram diminuição dos dois parâmetros com o aumento da temperatura entre 20 e 50 °C.

Tabela 4.7- Parâmetros dos modelos ajustados às isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, desidratado a 50 °C, coeficientes de determinação (R^2) e desvios percentuais médios (P), nas temperaturas de 10 a 40 °C.

Modelo	Temperatura (°C)	Parâmetro				R^2	P (%)
		k_1	n_1	k_2	n_2		
Peleg	10	8,7480	0,2105	30,2459	5,4315	0,9844	6,96
	20	32,3645	10,5188	12,5277	0,7229	0,9974	2,43
	30	6,7326	0,2474	35,4121	5,9608	0,9906	5,18
	40	20,9677	5,3144	8,4517	0,6155	0,9945	3,69
GAB	Temperatura (°C)	U_m	C	K	R^2	P (%)	
GAB	10	4,6089	559352,20	0,9154	0,9760	7,56	
	20	4,0677	47,7581	0,8964	0,9918	3,98	
	30	3,2845	22604,73	0,9861	0,9871	6,36	
	40	3,5922	10,7978	0,9329	0,9951	3,60	
Smith	Temperatura (°C)	M_a	M_b	R^2	P (%)		
Smith	10	2,6251	9,2117	0,9494	11,36		
	20	2,2483	7,5722	0,9833	4,95		
	30	0,8807	9,1323	0,9496	14,38		
	40	0,8978	7,9201	0,9899	6,16		

Tabela 4.8- Parâmetros dos modelos ajustados às isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, desidratado a 60 °C, coeficientes de determinação (R^2) e desvios percentuais médios (P), nas temperaturas de 10 a 40 °C.

Modelo	Temperatura (°C)	Parâmetro				R^2	P (%)
		k_1	n_1	k_2	n_2		
Peleg	10	10,7263	0,4467	39,7185	7,7136	0,9936	4,39
	20	25,1830	5,8996	7,7283	0,3187	0,9967	3,24
	30	8,9908	0,5553	27,8127	6,2578	0,9860	4,35
	40	6,7250	0,4253	25,1750	5,2790	0,9986	2,13
GAB	Temperatura (°C)	U_m	C	K	R^2	P (%)	
GAB	10	4,1328	112405,2	0,9467	0,9915	4,81	
	20	3,6031	289942,4	0,9255	0,9957	3,71	
	30	3,4813	34,5953	0,9573	0,9876	4,29	
	40	3,0630	29,6454	0,9746	0,9982	2,72	
Smith	Temperatura (°C)	M_a	M_b	R^2	P (%)		
Smith	10	1,7465	9,7568	0,9533	11,37		
	20	1,8445	7,6514	0,9715	8,31		
	30	1,0533	8,5272	0,9727	9,34		
	40	0,6595	8,0716	0,9834	7,61		

Tabela 4.9 - Parâmetros dos modelos ajustados às isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, desidratado a 70 °C, coeficientes de determinação (R^2) e desvios percentuais médios (P), nas temperaturas de 10 a 40 °C

Modelo	Temperatura (°C)	Parâmetro				R^2	P (%)
		k_1	n_1	k_2	n_2		
Peleg	10	7,0429	0,1368	30,0174	5,1644	0,9978	2,69
	20	21,3675	3,0327	3,5697	-0,2098	0,9977	2,41
	30	6,6455	0,2353	28,2571	5,8418	0,9986	1,80
	40	22,4207	4,3621	5,5304	0,3355	0,9985	2,64

Modelo	Temperatura (°C)	U_m	C	K	R^2	P (%)
20	4,1662	29,5146	0,8867	0,9881	4,85	
30	3,3232	106634,1	0,9515	0,9952	3,80	
40	3,0660	17,3186	0,9706	0,9975	3,20	

Modelo	Temperatura (°C)	M_a	M_b	R^2	P (%)
20	2,1211	7,5744	0,9831	7,07	
30	1,6241	7,5994	0,9643	10,19	
40	0,4906	8,0148	0,9859	8,22	

Nas Figuras 4.5 a 4.7 encontram-se as curvas ajustadas com o modelo de Peleg às isotermas de adsorção de umidade, nas temperaturas de 10, 20, 30 e 40 °C, das amostras de buriti em pó desidratado, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, e no Apêndice D, Figuras de D.1 a D.6, as curvas ajustadas com os modelos de GAB e Smith. Observa-se que com o aumento da atividade de água, a umidade de equilíbrio das amostras em pó também aumentaram.

Constata-se que as isotermas de adsorção de umidade das amostras de buriti em pó apresentam forma sigmóide (Figuras 4.5 a 4.7), que de acordo com BRUNAUER et al. (1938) são classificadas como do Tipo II. Vários pesquisadores também classificaram as isotermas de frutas ou produtos de frutas como do Tipo II, comum em alimentos ricos em açúcares (ALHAMDAN & HASSAN, 1999) ou produtos solúveis que mostram uma

tendência assintótica, quando a atividade de água tende para 1 (MATHLOUTHI & ROGÉ, 2003), como exemplo as isotermas de adsorção da amora (MASKAN & GÖGÜS, 1998); da ameixa seca (STENCL et al., 1999) e de dessecção para a banana, manga e abacaxi (TALLA et al., 2005).

Na Figura 4.5 são apresentadas as isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, desidratado a 50 °C, nas temperaturas de 10 a 40 °C, ajustadas pelo modelo de Peleg. A posição relativa das curvas ajustadas por esse modelo demonstra diferença entre as quatro temperaturas em quase toda a faixa de atividade de água utilizada. Em $a_w < 0,9$, a curva referente à temperatura de 10 °C tem as maiores umidades de equilíbrio, quando comparada com as demais temperaturas, e a curva referente à temperatura de 40 °C se mantém em posição inferior nessa faixa de atividade de água. Em atividades de água próximas a 0,7 a curva referente a 30 °C cruza a de 20 °C, assumindo maiores valores de umidade de equilíbrio. Em a_w próximas a 0,6 as curvas referentes às temperaturas de 30 e 40 °C apresentam comportamento idêntico, aparecendo praticamente sobrepostas.

As isotermas de adsorção do buriti em pó desidratado a 60 e 70 °C apresentaram alguma semelhança com as isotermas de adsorção do buriti em pó desidratado a 50 °C, conforme pode ser observado nas Figuras 4.6 e 4.7, com a curva referente a 10 °C em posição superior em quase todas as atividades de água e a curva correspondente a 40 °C em posição inferior às demais, até uma atividade de água de aproximadamente 0,8. Comportamento similar foi observado por OLIVEIRA (2006), ao avaliar as isotermas de adsorção de umidade, nestas mesmas temperaturas, da pitanga em pó desidratada em secador por aspersão.

De modo geral em $a_w < 0,6$ houve uma variação pouco elevada da umidade de equilíbrio nas diferentes amostras e temperaturas, porém a partir desta atividade de água, a umidade de equilíbrio tende a aumentar bastante, significando que se deve ter muito cuidado ao armazenar e/ou manusear as amostras acima desta faixa de a_w .

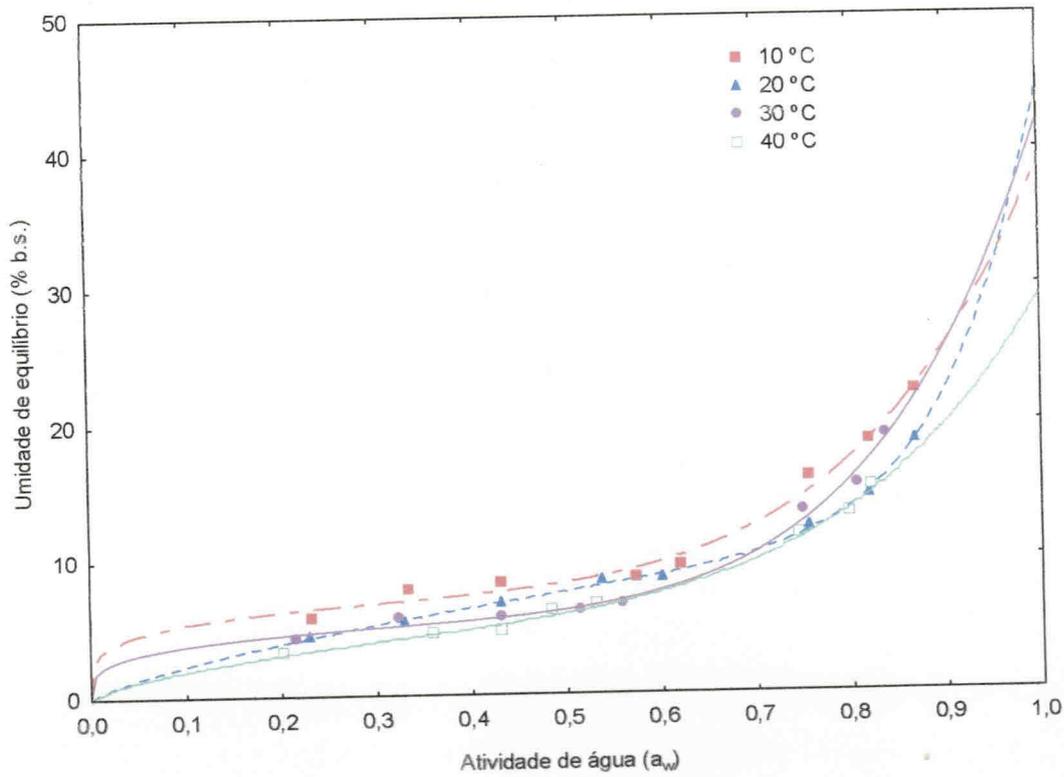


Figura 4.5 - Isothermas de adsorção de umidade do buriti em pó, desidratado a 50 °C, ajustadas pelo modelo de Peleg

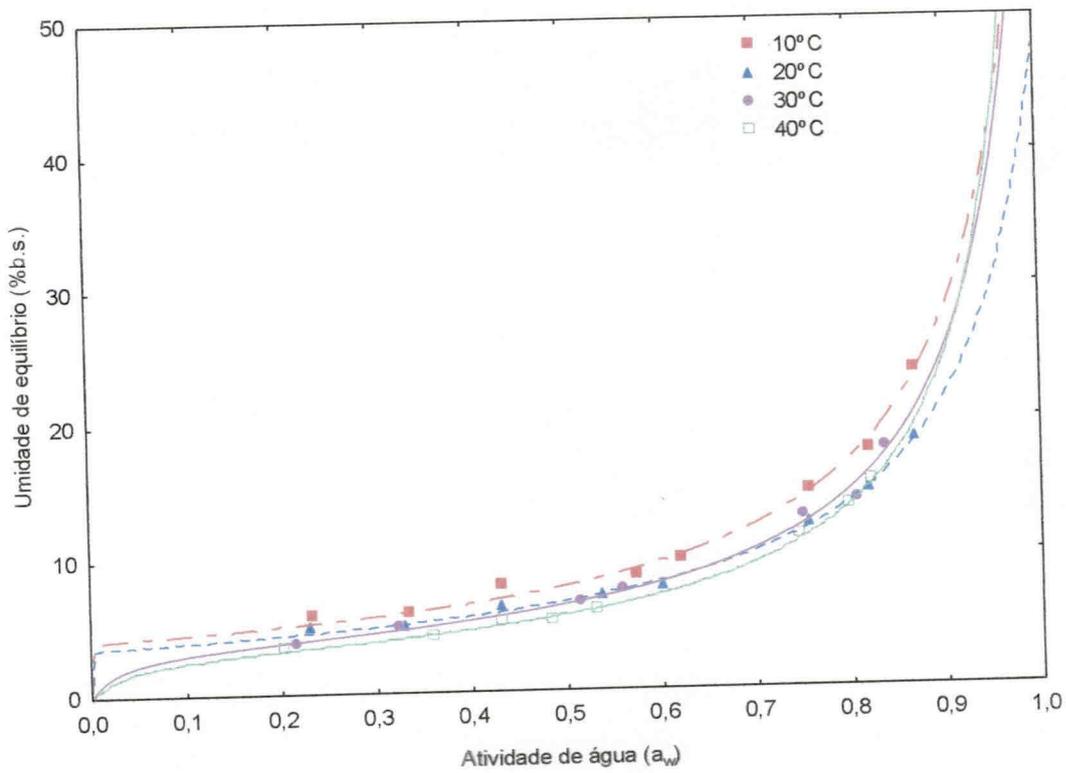


Figura 4.6 - Isothermas de adsorção de umidade do buriti em pó, desidratado a 60 °C, ajustadas pelo modelo de Peleg

UFCC - BIBLIOTECA

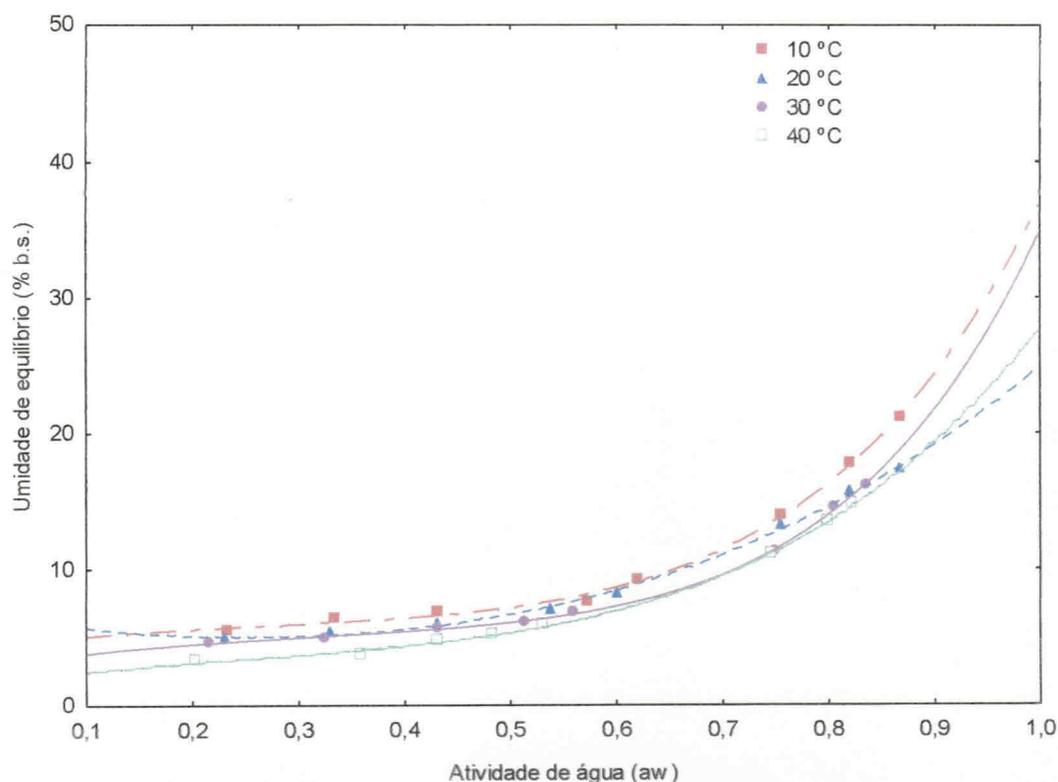


Figura 4.7 - Isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, desidratado a 70 °C, ajustadas pelo modelo de Peleg

4.5 - Armazenamento do buriti em pó

Tem-se nas Tabelas E.1 a E.27 (Apêndice E), as análises de variância dos parâmetros avaliados (pH, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, umidade, cinzas, luminosidade, intensidade de vermelho e intensidade de amarelo), no estudo do armazenamento do buriti em pó.

4.5.1 – pH

Na Tabela 4.10 tem-se os valores médios do pH do buriti em pó, desidratado na temperatura de 50 °C, acondicionado em embalagens de polietileno e laminada, durante o período de armazenamento.

Este parâmetro também influencia o sabor dos produtos e de acordo com SILVA et al. (1994), em geral, é desejável se ter um pH inferior a 4,5 para impedir a proliferação de microrganismos no produto final. Diante destes argumentos verifica-se que os valores do pH do buriti em pó estão dentro da faixa desejável, para um armazenamento seguro.

Comparando-se os valores médios do pH entre as embalagens, em cada tempo, constata-se que apenas aos 60 e 75 dias de armazenamento tem-se diferença significativa a 5% de probabilidade.

Observa-se na embalagem de polietileno, que estatisticamente o pH do buriti em pó não se alterou nos primeiros 30 dias de armazenamento, apresentando a partir deste tempo, pequena tendência de redução com o tempo, uma vez que aos 90 dias esta diminuição corresponde a apenas um incremento de aproximadamente 2% em relação ao valor inicial. BRANDÃO et al. (2003) constataram, após 180 dias de armazenamento à temperatura ambiente, uma redução de 12,6% no pH de pedúnculos de caju submetidos à desidratação osmótico-solar (xarope a 55 °Brix), embalados em bandejas de isopor e em sacos de polietileno de alta densidade.

Verifica-se que na embalagem laminada houve uma manutenção do pH também nos três primeiros tempos de armazenamento, indicando uma redução a partir dos 45 dias, mantida até o final do armazenamento. Esta diminuição do pH aos 90 dias corresponde a um percentual de 3,4% em relação ao valor inicial. Este fato pode ser uma indicação de deterioração da amostra, em razão do desenvolvimento de bactérias que produzem ácidos (CECCHI, 1999), diminuindo desta forma o pH.

Tabela 4.10 - Valores médios do pH do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens.

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	3,56 aA	3,56 aA
15	3,53 abA	3,55 aA
30	3,54 abA	3,55 aA
45	3,50 bcA	3,50 bA
60	3,27 eB	3,48 bcA
75	3,37 dB	3,44 cA
90	3,49 cA	3,46 bcA

DMS para colunas = 0,04; DMS para linhas = 0,03; MG = 3,49; CV = 0,46%

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

Na Tabela 4.11 estão expostos os valores médios do pH do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento nas embalagens de polietileno e laminada.

Na embalagem de polietileno verificaram-se oscilações nos valores do pH durante o armazenamento, não apresentando diferenças significativas entre os valores dos tempos 0, 15, 30, 60 e 90 dias, mas apresentando uma diferença significativa entre o tempo zero e os tempos 45 e 75 dias. A diminuição no valor do pH aos 75 dias em relação ao início, representa uma redução de apenas 2,3%. Diante de um percentual tão baixo de redução e de poucas diferenças significativas entre os valores do pH, a tendência geral deste nesta embalagem durante o período de armazenamento avaliado, pode ser considerada como de pH constante.

Na embalagem laminada constata-se que não houve diferença significativa entre os valores médios do pH do buriti em pó, durante o armazenamento.

Entre embalagens, os valores do pH foram estatisticamente diferentes apenas nos tempos 45 e 75 dias.

Comportamento similar foi avaliado por SILVA et al. (2005) ao estudarem o armazenamento de umbu-cajá em pó nos mesmos tipos embalagens durante 60 dias, constatando que nas embalagens laminadas e de polietileno, o pH se manteve nos níveis iniciais, ao longo do armazenamento.

Tabela 4.11 - Valores médios do pH do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens.

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	3,56 aA	3,56 aA
15	3,53 abA	3,55 aA
30	3,53 abA	3,56 aA
45	3,50 bcB	3,55 aA
60	3,53 abA	3,54 aA
75	3,48 cB	3,54 aA
90	3,51 abcA	3,52 aA

DMS para colunas = 0,05; DMS para linhas = 0,03; MG = 3,53; CV = 0,50%

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

São apresentados na Tabela 4.12 os valores médios do pH do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento nas embalagens de polietileno e laminada.

Na embalagem de polietileno verifica-se no valor do pH, diferença significativa apenas entre o valor inicial e o tempo de 60 dias e entre o valor inicial e o final,

representando dados isolados, pois corresponde a apenas uma redução de 1,1 e 1,4%, respectivamente. Desta forma, pode-se afirmar que de maneira geral o pH manteve-se praticamente inalterado durante o armazenamento nesta embalagem. Comportamento semelhante foi verificado por GOMES et al. (2004) ao estudarem o armazenamento da acerola em pó, acondicionada em embalagem de polietileno, constatando que houve oscilações nos valores médios do pH, entre 3,76 e 3,84 ao longo do período de armazenamento (60 dias), porém sem evidência de algum tipo de comportamento padrão.

Da mesma forma como ocorreu na amostra seca a 60 °C, o pH do buriti em pó desidratado a 70 °C, armazenado na embalagem laminada manteve-se inalterado durante todo o período de armazenamento. ALEXANDRE (2005) observou pequenas oscilações nos teores do pH da pitanga em pó em embalagem laminada durante o armazenamento, contudo não ficou evidente nenhum tipo de comportamento padrão.

Entre as embalagens, na maioria dos tempos os valores do pH são estatisticamente iguais.

Tabela 4.12 - Valores médios do pH do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens.

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	3,56 aA	3,56 aA
15	3,53 abcB	3,56 aA
30	3,55 abA	3,56 aA
45	3,52 abcB	3,56 aA
60	3,52 bcB	3,55 aA
75	3,52 abcA	3,54 aA
90	3,51 cA	3,52 aA

DMS para colunas = 0,04; DMS para linhas = 0,03; MG = 3,54; CV = 0,42%

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

4.5.2 - Sólidos solúveis totais (°Brix)

Na Tabela 4.13 estão os valores médios dos sólidos solúveis totais (°Brix) do pó de buriti desidratado a 50 °C e acondicionado em embalagens de polietileno e laminada, durante o período de armazenamento.

Verifica-se que na embalagem de polietileno houve uma redução dos sólidos solúveis totais no final do armazenamento com relação ao início, com uma diminuição percentual de 3,3%. Na embalagem laminada, houve alterações dos sólidos solúveis totais já a partir do tempo 15 dias, atingindo no final do armazenamento uma diminuição de 4,3%. Estas reduções podem ser devido ao aumento da umidade nestas amostras durante o armazenamento diluindo os sólidos solúveis totais. Contrariamente, LIMA et al. (2004) não verificaram nenhuma alteração dos sólidos solúveis totais em melões desidratados na forma de cubos e estocados, a temperatura ambiente, em embalagens flexíveis de polipropileno biorientado (BOPP) durante 180 dias de armazenamento.

Comparando-se os valores médios entre embalagens em cada tempo de armazenamento, constata-se que as amostras na embalagem de polietileno apresentaram os maiores valores dos sólidos solúveis totais em todos os tempos, exceto no tempo inicial que são estatisticamente iguais.

Tabela 4.13 - Valores médios dos sólidos solúveis totais (°Brix) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens.

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	10,27 aA	10,27 aA
15	10,24 aA	9,89 bcB
30	10,22 aA	9,99 bB
45	10,24 aA	9,87 bcB
60	10,04 bA	9,86 bcB
75	10,32 aA	9,80 cB
90	9,93 bA	9,83 cB

DMS para colunas = 0,14; DMS para linhas = 0,09 ; MG = 10,06; CV = 0,55%

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

Na amostra desidratada na temperatura de 60 °C (Tabela 4.14), tanto na embalagem de polietileno quanto na embalagem laminada, os sólidos solúveis totais dos 30 aos 75 dias de armazenamento apresentaram valores inferiores ao do início, mas no final do armazenamento não existem diferenças significativas com relação ao início. Estas reduções nos valores do °Brix nos tempos de armazenamento intermediários podem, talvez, estarem relacionados com o consumo de substrato por parte de microrganismos, ou mesmo não terem significado algum, em razão do baixo coeficiente de variação (< 0,5%).

Tabela 4.14 - Valores médios dos sólidos solúveis totais (°Brix) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Poliétileno	Laminada
0	10,27 aA	10,27 aA
15	10,20 aA	10,26 aA
30	9,90 bcA	9,97 bA
45	9,70 dB	9,90 bcA
60	9,84 cA	9,84 cA
75	9,98 bA	9,90 bcB
90	10,20 aA	10,21 aA

DMS para colunas = 0,11; DMS para linhas=0,07; MG= 10,03; CV = 0,43%

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

Na amostra desidratada na temperatura de 70 °C (Tabela 4.15), acondicionadas na embalagem de polietileno, observa-se que houve diminuição nos sólidos solúveis totais com o tempo de armazenamento, atingindo no final do armazenamento, uma redução de 5,6%. Comportamento semelhante foi verificado na embalagem laminada, atingindo aos 90 dias uma diminuição de 1,7% no valor dos sólidos solúveis totais. LOPES et al. (2005) ao avaliarem a estabilidade da polpa de pitanga congelada durante 90 dias, também verificaram a diminuição dos sólidos solúveis totais com o tempo de armazenamento.

Comparando-se os valores médios entre as duas embalagens, verifica-se diferença significativa a 5% de probabilidade entre todos os valores do °Brix, com os maiores valores das amostras na embalagem laminada, exceto no tempo zero de armazenamento, onde os valores são estatisticamente iguais. Este comportamento se dá em razão da embalagem laminada ser menos permeável a umidade do que a embalagem de polietileno.

Tabela 4.15 - Valores médios dos sólidos solúveis totais (°Brix) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	10,27 aA	10,27 aA
15	9,99 bB	10,19 abA
30	9,90 bcB	10,01 cdA
45	9,70 dB	9,97 dA
60	9,86 cB	9,94 dA
75	9,90 bcB	9,99 cdA
90	9,70 dB	10,10 bcA

DMS para colunas = 0,11; DMS para linhas=0,07; MG= 9,99; CV =0,44%

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

4.5.3 - Acidez total titulável

Na Tabela 4.16, pode-se observar os resultados dos valores médios da acidez total titulável do buriti em pó, desidratado a 50 °C, acondicionados em embalagens de polietileno e laminada.

Verifica-se na embalagem de polietileno, que a acidez total titulável do buriti em pó permaneceu estável nos primeiros quinze dias de armazenamento e após este período apresentou redução. Observa-se ainda, que dos 30 até os 90 dias de armazenamento, os valores da acidez, nesta embalagem, são estatisticamente iguais. A diminuição da acidez total titulável no final do armazenamento (90 dias) em relação ao início foi de 7,3% na embalagem polietileno. Contrariamente, LOPES et al. (2005) não detectaram nenhuma alteração da acidez total titulável ao avaliarem a estabilidade da polpa de pitanga, acondicionada em embalagem do mesmo tipo de material (polietileno de baixa densidade), durante 90 dias de armazenamento a -18 °C, ficando evidente a influência da temperatura de armazenamento e exposição à luz.

Na embalagem laminada, a acidez total titulável do buriti em pó manteve-se estatisticamente inalterada, a 5% de probabilidade, durante os 90 dias de armazenamento. ANTONIOLLI et al. (2003) ao avaliarem o comportamento de caquis “Giombo” durante o armazenamento refrigerado (1°C e 95% UR) verificaram também que a acidez total titulável dos frutos (controle) permaneceu inalterada durante 90 dias.

Comparando-se os valores da acidez entre as duas embalagens, verifica-se que não existe diferença significativa ($P < 0,05$) nos diferentes tempos de armazenamento, com exceção do tempo de 30 dias em que a acidez na embalagem laminada é estatisticamente maior do que na embalagem de polietileno.

Tabela 4.16 - Valores médios da acidez total titulável (% ácido cítrico) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens.

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	0,96 aA	0,96 aA
15	0,95 aA	0,95 aA
30	0,90 bB	0,94 aA
45	0,90 bA	0,93 aA
60	0,90 bA	0,93 aA
75	0,90 bA	0,93 aA
90	0,89 bA	0,92 aA

DMS para colunas = 0,05; DMS para linhas = 0,03; MG = 0,92; CV = 1,96%

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

Tem-se na Tabela 4.17 os valores médios da acidez total titulável do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento, acondicionado nas embalagens de polietileno e laminada.

Observa-se na embalagem de polietileno, que a acidez total titulável durante o armazenamento, não apresentou diferenças significativas entre os valores do tempo zero (início) até os 75 dias de armazenamento, apresentando diferença significativa entre o último tempo (90 dias) e os dois primeiros tempos (0 e 15 dias). A redução da acidez do buriti em pó no final do armazenamento com relação ao início foi de 6,1%, sendo um pouco menor do que da amostra desidrata a 50 °C. OLIVEIRA (2006) também verificou reduções na acidez total titulável das amostras de pitanga em pó, ao longo do armazenamento, tanto nos produtos embalados em polietileno como em laminado.

Da mesma forma como ocorreu com as amostras desidratadas a 50 °C, os valores da acidez total titulável das amostras desidratadas a 60 °C, armazenadas nas embalagens laminadas não diferiram estatisticamente, durante todo o período de armazenamento. GALDINO et al. (2003) ao avaliarem o comportamento do umbu em pó, durante 60 dias

de armazenamento em embalagem laminada, também observaram que não houve variação da acidez total titulável.

Constata-se, também, que não existe diferença significativa ($P < 0,05$) entre os valores da acidez total titulável das duas embalagens (comparação entre colunas), em todos os tempos de armazenamento, para as amostras desidratadas a 60 °C.

Tabela 4.17 - Valores médios da acidez total titulável (% ácido cítrico) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	0,98aA	0,98aA
15	0,98aA	0,97aA
30	0,97abA	0,96aA
45	0,96abA	0,95aA
60	0,95abA	0,95aA
75	0,93abA	0,94aA
90	0,92bA	0,94aA

DMS para colunas = 0,05; DMS para linhas = 0,04; MG = 0,95; CV = 2,24%

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

Analisando-se os resultados dos valores médios da acidez total titulável do buriti em pó, desidratada a 70 °C, apresentados na Tabela 4.18, observa-se que a acidez na embalagem de polietileno se manteve estatisticamente inalterada até os quinze dias de armazenamento. Dos 30 até os 60 dias, os valores da acidez são estatisticamente iguais, mas inferiores e diferentes dos dois primeiros tempos. A diminuição da acidez no final do armazenamento, em relação ao início foi de 7,9%. Tal comportamento também foi verificado nos produtos obtidos nas temperaturas de secagem de 50 e 60 °C. Essa diminuição na acidez no final do armazenamento não foi acompanhada pela alteração do pH no final do armazenamento, sendo justificada de acordo com CHITARRA & CHITARRA (1990), em razão da capacidade tampão de alguns produtos, permitindo que ocorram grandes variações na acidez sem, no entanto, provocar variações apreciáveis no pH.

Nota-se, na embalagem laminada durante o armazenamento que existe diferença significativa entre o valor da acidez total titulável no tempo zero e os demais tempos, indicando uma redução. Este comportamento não ocorreu nas amostras desidratadas a 50 e

60 °C, armazenadas neste mesmo tipo de embalagem. A diminuição da acidez aos 90 dias em relação ao início corresponde a um percentual de 6,9%. Comportamento semelhante foi observado por SOARES et al. (2001) para acerola em pó, durante 90 dias de armazenamento à temperatura ambiente, em embalagem metalizada de polipropileno biorientado (BOPP), atingindo a acidez no final do armazenamento uma redução de 15%; estes pesquisadores justificaram que essa perda acontece em decorrência do fato de que o teor de acidez engloba todos os ácidos presentes no alimento, admitindo-se que qualquer perda verificada em alguns dos ácidos constituintes, interfere no resultado, justificando o decréscimo.

Observando-se cada tempo isoladamente, entre as embalagens, constata-se que apenas nos tempos 15 e 30 dias existe diferença significativa entre os valores da acidez.

A média geral da acidez total titulável do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento, para as duas embalagens foi de 0,96% de ácido cítrico, sendo 3,35 vezes maior do que na polpa de buriti integral. Fato devido à concentração deste componente no produto seco.

Tabela 4.18 - Valores médios da acidez total titulável (% ácido cítrico) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	1,01 aA	1,01 aA
15	1,00 aA	0,96 bB
30	0,97 bA	0,95 bB
45	0,95 bcA	0,94 bA
60	0,95 bcA	0,94 bA
75	0,94 cA	0,94 bA
90	0,93 cA	0,94 bA

DMS para colunas = 0,02; DMS para linhas = 0,02; MG = 0,96 de ácido cítrico; CV = 1,00%

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

4.5.4 - Açúcares redutores

Na Tabela 4.19, pode-se observar os resultados dos valores médios dos açúcares redutores (% glicose) de buriti em pó, desidratado a 50 °C, acondicionado nas embalagens de polietileno e laminada.

Verifica-se que nos primeiros quinze dias de armazenamento os açúcares redutores se mantiveram estatisticamente inalterados. Em ambas as embalagens houve redução nos valores médios dos açúcares redutores com o tempo, totalizando ao final do armazenamento, 36,6% na embalagem de polietileno e 34,1% na embalagem laminada. Estes decréscimos nos teores dos açúcares redutores, provavelmente estão relacionados ao aumento da umidade, que provoca a diluição dos constituintes dos alimentos, por se tratar de um produto desidratado, não se percebendo nenhum outro tipo de reação, tal como fermentação, que é responsável pelo consumo de açúcares, fato também justificado por SOARES (1996) ao avaliar a estabilidade do pó de acerola durante o armazenamento.

Comparando-se os resultados dos açúcares redutores entre embalagens, constata-se que apenas nos tempos 30 e 60 dias de armazenamento tem-se diferença significativa entre os valores, ou seja, o tipo de embalagem não influenciou o teor de açúcares redutores durante o armazenamento.

Tabela 4.19 - Valores médios dos açúcares redutores (% glicose) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	4,72 abA	4,72 aA
15	4,88 aA	4,84 aA
30	4,60 bA	3,88 bB
45	3,77 cA	3,74 bA
60	3,54 dA	3,38 cB
75	3,34 dA	3,33 cA
90	2,99 eA	3,11 dA

DMS para colunas = 0,21; DMS para linhas = 0,13; MG = 3,92 de glicose; CV = 2,03%

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

Estão registrados, na Tabela 4.20, os valores médios dos açúcares redutores do buriti em pó, desidratado a 60 °C, armazenado em embalagens de polietileno e laminada. Igualmente ao ocorrido na amostra desidratada a 50 °C, os açúcares redutores na amostra desidratada a 60 °C, também se mantiveram estáveis durante os primeiros quinze dias de armazenamento, nas duas embalagens. Do conjunto de valores observa-se redução de aproximadamente 34,5% nos açúcares redutores com o tempo, tanto nas amostras embaladas em polietileno, como nas acondicionadas em embalagens laminadas.

Comparando-se as embalagens, constata-se que, apesar de a embalagem de polietileno ter apresentado maiores teores de açúcares redutores nos tempos 30, 45 e 60 dias, aos 75 dias este comportamento se inverte, com maior valor na embalagem laminada, e aos 90 dias não se verifica diferença estatística entre as embalagens. Significando que os açúcares redutores no final do armazenamento apresentaram o mesmo valor nas duas embalagens.

Tabela 4.20 - Valores médios dos açúcares redutores (% glicose) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	4,74 aA	4,74 aA
15	4,84 aA	4,85 aA
30	4,50 bA	3,91 bB
45	3,82 cA	3,62 cB
60	3,41 dA	3,20 dB
75	3,09 eB	3,18 dA
90	3,11 eA	3,10 dA

DMS para colunas = 0,12; DMS para linhas = 0,08; MG = 3,86; CV = 1,20%

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

Tem-se, na Tabela 4.21, os valores médios dos açúcares redutores (% glicose) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, nas embalagens de polietileno e laminada.

Como nas amostras desidratadas a 50 e 60 °C, observa-se redução nos açúcares redutores, com o tempo de armazenamento. Entre as embalagens têm-se diferenças significativas a 5% de probabilidade, com exceção do tempo zero e aos 90 dias de armazenamento.

Comparando os resultados obtidos para as amostras desidratadas às temperaturas de 50, 60 e 70 °C, observa-se que o aumento na temperatura de secagem contribuiu para que a diminuição dos açúcares redutores ocorresse mais rapidamente, não importando o tipo de embalagem usado. A diminuição observada no final do armazenamento foi de aproximadamente 44,8% nas duas embalagens, que pode ter sido causada por degradação e/ou transformação dos açúcares redutores em outros açúcares não-redutores ou outros componentes. SOARES et al. (2001) ao estudarem a acerola após a desidratação pelo

processo de secagem em camada de espuma, também verificaram uma redução no teor de açúcares redutores com o tempo de armazenamento.

Tabela 4.21 - Valores médios dos açúcares redutores (% glicose) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	5,52 aA	5,52 aA
15	5,03 bA	4,86 bB
30	4,40 cA	3,80 cB
45	3,82 dA	3,42 dB
60	3,46 eA	2,90 eB
75	3,32 eA	2,90 eB
90	3,04 fA	3,05 eA

DMS para colunas = 0,18; DMS para linhas=0,11; MG= 3,93; CV = 1,75%

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

4.5.5 – Umidade

Nas Tabelas 4.22 a 4.24 são apresentados os valores médios da umidade do buriti em pó, desidratado a 50, 60 e 70 °C, respectivamente, acondicionado em embalagens de polietileno e laminada, durante 90 dias de armazenamento. Observa-se que os valores no tempo de armazenamento do 0 dia variaram entre 5,81 e 6,67%, estando na mesma faixa da umidade de pós de manga, cajá, cajá-manga e pinha, obtidos pela desidratação das polpas em leite de jorro, com uma temperatura de entrada do ar de 70 °C realizada por LIMA et al. (2000). As umidades das amostras de buriti em pó, no final do armazenamento (90 dias), foram de no máximo 7,84%, sendo observado por BAKAR et al. (1988), valor bem abaixo da umidade requerida para estabilidade.

Pode-se verificar que na temperatura de secagem a 50 °C (Tabela 4.22), o percentual de umidade, das amostras na embalagem de polietileno, aumentou gradativamente com o tempo, sendo este aumento mais expressivo a partir dos 30 dias. Entre o início e o final do período de armazenamento em embalagem polietileno, as amostras sofreram aumento de 28,40% no teor de umidade. A umidade das amostras na embalagem laminada permaneceu inalterada até os 75 dias de armazenamento, aumentando entre os 75 e 90 dias. Para os teores de umidade inicial (tempo zero) e final

(90 dias) na embalagem laminada constata-se um aumento de 4,30%. JAYA & DAS (2005) verificaram um aumento de 83,7%, aos 90 dias de armazenamento, no teor de umidade da manga em pó, acondicionada em embalagem laminada (alumínio-polietileno), submetida a uma temperatura de 38 °C e umidade relativa de 90%. A diferença de evolução da umidade entre os dois tipos de embalagem deve-se, provavelmente, ao fato de a embalagem de polietileno permitir uma maior troca de umidade com o meio ambiente, o que de acordo com ALVES (2001), a taxa de permeabilidade ao vapor d'água do PEBD varia entre 5-12 g água/m²/dia e da embalagem laminada de PET-met/PEBD varia entre 0,5-2,0 g água/m²/dia.

Comparando-se o comportamento durante o armazenamento da amostra desidratada a 50 °C na embalagem laminada com as amostras desidratadas a 60 °C e 70 °C nesta mesma embalagem, constata-se que apenas na primeira amostra houve ganho de umidade com o tempo de armazenamento, uma possível justificativa para este comportamento seria falhas de integridade nas termossoldagens e devido também à permeação de vapor d'água pelo material de embalagem, uma vez que, todas as amostras foram armazenadas ao mesmo tempo e nas mesmas condições, o que também foi verificado por ALVES & ITO (2005) ao avaliar a influência da integridade do fechamento em embalagens PET (poliéster) metalizado/PEBD e de PET/PEBD, contendo refresco em pó, sabor laranja.

Entre as embalagens observa-se, na Tabela 4.22, que a partir de 45 dias, o teor de umidade apresenta diferença significativa, com os maiores valores para a embalagem de polietileno. Evidenciando, desta forma, a maior permeabilidade da embalagem de polietileno.

Tabela 4.22 - Valores médios da umidade (%) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	5,81 eA	5,81 bA
15	5,82 eA	5,87 bA
30	5,90 eA	5,86 bA
45	6,24 dA	5,84 bB
60	6,59 cA	5,83 bB
75	7,25 bA	5,87 bB
90	7,46 aA	6,06 aB

DMS para colunas = 0,18; DMS para linhas = 0,12; MG = 6,16; CV = 1,16%

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

UFCC - BIBLIOTECA

Nas temperaturas de secagem a 60 °C (Tabela 4.23) e 70 °C (Tabela 4.24), o percentual de umidade aumentou no decorrer do armazenamento, nas amostras embaladas em polietileno, porém não ocorreu alteração significativa até os 60 dias de armazenamento, em ambas as amostras.

Na embalagem de polietileno, para a temperatura de secagem de 60 °C (Tabela 4.23), as amostras sofreram um aumento de 17,54% no teor de umidade entre o início e o final do período de armazenamento. Para as amostras desidratadas a 70 °C (Tabela 4.24), no mesmo tipo de embalagem, a umidade aumentou 23,73%, em relação ao período inicial. Este acréscimo de umidade nas amostras pode ser justificado por meio da afirmação de MADI et al. (1978) de que, um material seco pode aumentar a sua umidade em função da quantidade de vapor de água que passa através da embalagem, tendo relatado ainda que, tanto os gases como o vapor de água, permeiam os filmes através de sua estrutura ou de imperfeições estruturais.

Entre as embalagens na amostra desidratada a 60 °C (Tabela 4.23), observa-se que não existe diferença significativa nos valores da umidade até os 45 dias de armazenamento, enquanto que na amostra desidratada a 70 °C (Tabela 4.24), os teores de umidade são estatisticamente iguais até os 60 dias de armazenamento; a partir destes tempos constata-se a superioridade da umidade na embalagem de polietileno, ficando demonstrado, experimentalmente, a maior permeabilidade da embalagem de polietileno, nas condições de armazenamento avaliadas.

Constata-se, de modo geral, que a embalagem laminada contribuiu mais para manutenção da estabilidade das amostras, no tocante ao parâmetro umidade.

SILVA et al. (2005) ao estudarem a estabilidade do pó de umbu cajá, durante o armazenamento à temperatura ambiente, constataram que aos 60 dias de armazenamento, a umidade das amostras na embalagem laminada e de polietileno, aumentaram em torno de 24%, percentual muito superior ao do buriti em pó, significando que o mesmo é menos higroscópico do que o umbu-cajá em pó. Similarmente, FIGUEIRÊDO et al. (2001), observaram que não houve tendência de acréscimo ou decréscimo da umidade do pó de acerola, acondicionada em embalagem laminada, ao longo de 360 dias de armazenamento. Diante destes fatos tem-se que, a absorção de umidade por amostras em pó, embaladas durante o armazenamento, não só estão relacionadas com o tipo de embalagem, mas também com a composição do produto.

Tabela 4.23 - Valores médios da umidade (%) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens.

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	6,67 bA	6,67 aA
15	6,45 bA	6,70 aA
30	6,71 bA	6,65 aA
45	6,84 bA	6,53 aA
60	6,83 bA	6,39 aB
75	7,64 aA	6,44 aB
90	7,84 aA	6,84 aB

DMS para colunas = 0,49; DMS para linhas = 0,31; MG = 6,80; CV = 2,77%

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

Tabela 4.24 - Valores médios da umidade (%) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens.

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	6,11 bA	6,11 aA
15	6,17 bA	6,16 aA
30	6,19 bA	6,37 aA
45	6,42 bA	6,35 aA
60	6,47 bA	6,44 aA
75	7,24 aA	6,42 aB
90	7,56 aA	6,58 aB

DMS para colunas = 0,49; DMS para linhas = 0,31; MG = 6,47%; CV = 2,90%

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

4.5.6 – Cinzas

Nas Tabelas 4.25, 4.26 e 4.27 encontram-se os valores médios das cinzas do buriti em pó, desidratado a 50, 60 e 70 °C, respectivamente, armazenado à temperatura ambiente, durante 90 dias, em embalagens de polietileno e laminada.

Estatisticamente verifica-se uma tendência à estabilidade nos valores médios das cinzas, nos produtos embalados em polietileno e laminado, ao longo do armazenamento. Tal comportamento foi comum nas três temperaturas de secagem. Para os produtos obtidos

na temperatura de secagem de 60 °C (Tabela 4.26) houve diferença significativa, tanto na embalagem de polietileno, como na embalagem laminada, durante o armazenamento, mas essa diferença não está associada ao tempo de armazenamento, em razão de, na maioria dos casos, não existir diferença significativa entre os valores médios, principalmente entre o início e o tempo final de armazenamento.

Entre as embalagens também não se observou diferença significativa a 5% de probabilidade, nas temperaturas de secagem de 50 °C (Tabela 4.25) e 60 °C (Tabela 4.26), durante todo o período de armazenamento. Na temperatura de secagem de 70 °C (Tabela 4.27) houve diferença significativa apenas no tempo de armazenagem de 15 dias, não configurando, por ser um ponto isolado, um efeito da embalagem.

A média geral de cinzas nas três temperaturas de secagem foi de 2,75%, sendo superior ao valor obtido por MOREIRA & ARÊAS (1998) que foi de 2,41% para a farinha da polpa de buriti, obtida por secagem ao sol e prensagem, e por TORRES et al. (2005) para a farinha de banana verde crua, desidratada a 66°C, em estufa com circulação de ar, que foi de 2%.

Tabela 4.25 - Valores médios das cinzas (%) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	2,83 aA	2,83 aA
15	2,86 aA	2,69 aA
30	2,83 aA	2,61 aA
45	2,68 aA	2,86 aA
60	2,79 aA	2,74 aA
75	2,64 aA	2,74 aA
90	2,59 aA	2,55 aA

DMS para colunas = 0,45; DMS para linhas = 0,29; MG = 2,73%; CV = 6.39%

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

Tabela 4.26 - Valores médios das cinzas (%) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	2,82 abA	2,82 abA
15	2,99 aA	2,99 aA
30	2,90 abA	2,89 abA
45	2,65 bA	2,85 abA
60	2,72 abA	2,80 abA
75	2,85 abA	2,76 abA
90	2,59 bA	2,58 bA

DMS para colunas = 0,33; DMS para linhas= 0,21; MG= 2,80%; CV = 4,57%

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

Tabela 4.27 - Valores médios das cinzas (%) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	2,65 aA	2,65 aA
15	2,73 aB	3,04 aA
30	2,85 aA	2,84 aA
45	2,82 aA	2,86 aA
60	2,75 aA	2,69 aA
75	2,57 aA	2,71 aA
90	2,59 aA	2,86 aA

DMS para colunas = 0,45; DMS para linhas= 0,29; MG= 2,76%; CV = 6,35%

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

4.5.7 - Luminosidade

Na Tabela 4.28 encontram-se os valores médios do parâmetro luminosidade (L^*) do pó de buriti, nas diferentes embalagens, durante o armazenamento.

Comparando-se os valores da luminosidade em cada tempo avaliado entre as embalagens, constata-se que os valores da luminosidade das amostras obtidas a partir da temperatura de secagem a 50 °C (Tabela 4.28), não foram influenciados estatisticamente pelo tipo de embalagem usada durante o período de armazenamento. O mesmo ocorreu

com os valores da luminosidade das amostras obtidas nas temperaturas de secagem de 60 °C (Tabela 4.29) e 70 °C (Tabela 4.30), isto é, o tipo de embalagem não influenciou significativamente nos valores da luminosidade, quando avaliados os tempos isoladamente.

Verifica-se que para cada embalagem individualmente, durante o tempo de armazenamento não houve redução significativa na luminosidade, entre os valores iniciais (zero dia) e finais (90 dias), para os produtos obtidos através das secagens, nas três temperaturas empregadas. Nota-se apenas uma oscilação nos valores da luminosidade com o tempo de armazenamento nas amostras desidratadas a 50 e 60 °C, sem, no entanto, representar um aumento ou diminuição. Este comportamento nas leituras pode estar relacionado ao tamanho das partículas, que não são totalmente uniformes, provocando oscilações nos valores da luminosidade. Constata-se ainda que, o coeficiente de variação foi muito pequeno, de no máximo 3,20%, significando que este valor, que representa a variação entre os vários resultados, é muito pequeno para concluir se houve redução ou aumento da luminosidade com o tempo de armazenamento. GALDINO (2003) ao armazenar umbu em pó em embalagem laminada na temperatura ambiente por 60 dias, constatou também, que não houve diferença significativa entre a luminosidade no tempo inicial e final.

Tabela 4.28 - Valores médios da luminosidade (L^*) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	37,07 bA	37,07 cA
15	36,50 bA	37,10 bcA
30	39,67 aA	39,77 aA
45	38,33 abA	39,10 abcA
60	38,23 abA	39,23 abA
75	37,43 bA	38,03 abcA
90	38,57 abA	38,90 abcA

DMS para colunas = 2,16; DMS para linhas = 1,40; MG = 38,21; CV = 2,19%

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

UFCG - BIBLIOTECA

Tabela 4.29 - Valores médios da luminosidade (L^*) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens.

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	38,27 abA	38,27 abA
15	38,40 aA	38,40 abA
30	38,70 aA	39,53 aA
45	36,53 abA	37,87 abA
60	38,57 aA	37,30 bA
75	36,17 bA	37,27 bA
90	37,63 abA	37,13 bA

DMS para colunas = 2,20; DMS para linhas = 1,42; MG = 37,86; CV = 2,24%

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

Tabela 4.30 - Valores médios da luminosidade (L^*) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens.

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	41,00 aA	41,00 aA
15	40,13 aA	41,70 aA
30	40,17 aA	41,53 aA
45	38,73 aA	39,60 aA
60	41,93 aA	40,60 aA
75	39,90 aA	38,70 aA
90	39,47 aA	39,33 aA

DMS para colunas = 3,33; DMS para linhas = 2,15; MG = 40,27; CV = 3,19%

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

4.5.8 - Intensidade de vermelho (+a*)

São apresentados nas Tabelas 4.31 a 4.33, os valores médios do parâmetro de cor intensidade de vermelho (+a*) das amostras do buriti em pó, durante o armazenamento. Verifica-se que em todas as amostras do buriti em pó, acondicionadas nos dois tipos de embalagem, não houve alteração ($P < 0,05$), da intensidade de vermelho, com o tempo de armazenamento. GOMES et al. (2004) observaram aumento da intensidade de vermelho na acerola em pó durante 60 dias de armazenamento em embalagem de polietileno,

significando que o buriti em pó, por ser um produto pobre em vitamina C, está menos sujeito às alterações de cor do que produtos ricos neste componente, como é o caso da acerola.

Entre as embalagens (Tabelas 4.31 a 4.33) também observa-se que não existe diferença significativa, na maioria dos casos, entre os valores da intensidade de vermelho, exceto na amostra desidratada a 50 °C, nos tempos 60 e 90 dias, e na amostra seca a 60 °C no tempo 75 dias, tratando-se de casos isolados.

Tabela 4.31 - Valores médios da intensidade de vermelho (+a*) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	23,30 aA	23,30 aA
15	22,43 aA	23,40 aA
30	22,70 aA	23,30 aA
45	22,63 aA	23,03 aA
60	22,87 aB	24,77 aA
75	22,90 aA	23,93 aA
90	22,47 aB	23,73 aA

DMS para colunas = 1,76; DMS para linhas = 1,14; MG = 23,20; CV = 2,92%

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

Tabela 4.32 - Valores médios da intensidade de vermelho (+a*) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens.

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	23,97 aA	23,97 aA
15	23,33 aA	23,67 aA
30	22,83 aA	23,37 aA
45	22,53 aA	23,03 aA
60	23,27 aA	23,87 aA
75	21,97 aB	23,43 aA
90	23,17 aA	23,33 aA

DMS para colunas = 2,05; DMS para linhas = 1,33; MG = 23,27; CV = 3,41%

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

Tabela 4.33 - Valores médios da intensidade de vermelho (+a*) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens.

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	24,27 aA	24,27 aA
15	23,80 aA	23,80 aA
30	22,30 aA	23,90 aA
45	22,53 aA	23,17 aA
60	23,03 aA	24,00 aA
75	22,83 aA	23,47 aA
90	22,60 aA	23,93 aA

DMS para colunas = 2,68; DMS para linhas = 1,73; MG = 23,42; CV = 4,42%

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

4.5.9 - Intensidade de amarelo (+b*)

Tem-se, nas Tabelas 4.34 a 4.36 os valores médios do parâmetro de cor intensidade de amarelo (+b*) das amostras do buriti em pó, desidratadas nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, durante o armazenamento, acondicionadas em embalagens de polietileno e laminada. Analisando-se o comportamento de +b* de cada amostra em cada embalagem durante o armazenamento, constata-se que não existe diferença estatisticamente significativa ($P < 0,05$) entre os valores médios de +b* com o tempo de armazenamento, exceto na amostra desidratada a 50 °C na embalagem laminada (Tabela 4.34), que apresentou uma diferença significativa entre o valor inicial e o valor final, tratando-se, porém, em um caso isolado, provocado pela variabilidade das repetições, devendo esta amostra ser considerada, uma vez que não houve variação da intensidade de amarelo, com o tempo de armazenamento. Comportamento semelhante foi verificado por SILVA et al. (2005) ao estudarem o armazenamento do umbu-cajá em pó durante 60 dias, entretanto, PEREIRA et al. (2005) verificaram uma redução da intensidade de amarelo com o tempo de armazenamento ao avaliar o comportamento do tomate em pó durante 60 dias a temperatura ambiente.

Entre as embalagens não existe diferença significativa para os valores médios da intensidade de amarelo em todas as amostras armazenadas (Tabelas 4.34 a 4.36), nos tempos avaliados.

A intensidade de amarelo é o parâmetro de cor predominante no buriti em pó, o qual possui, em média, valor superior ao do suco fresco de cenoura que foi de 26,7, determinado por BAO & CHANG (1994).

Tabela 4.34 - Valores médios da intensidade de amarelo (+b*) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	40,13 aA	40,13cA
15	40,30 aA	40,87 bcA
30	42,50 aA	43,00 abcA
45	43,30 aA	43,90 abA
60	41,97 aA	43,47 abA
75	42,23 aA	44,17 aA
90	43,17 aA	43,77 abA

DMS para colunas =3,29; DMS para linhas=2,13; MG=42,35; CV=3,00%

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

Tabela 4.35 - Valores médios da intensidade de amarelo (+b*) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	41,53 aA	41,53 aA
15	40,37 aA	41,47 aA
30	41,13 aA	42,10 aA
45	41,37 aA	41,90 aA
60	42,50 aA	43,17 aA
75	42,50 aA	42,73 aA
90	42,63 aA	43,47 aA

DMS para colunas =3,03; DMS para linhas=1,96; MG=42,03; CV=2,79%

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

Tabela 4.36 - Valores médios da intensidade de amarelo (+b*) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Polietileno	Laminada
0	45,67 aA	45,67 aA
15	41,83 aA	42,40 aA
30	43,10 aA	43,93 aA
45	44,03 aA	44,97 aA
60	44,43 aA	44,03 aA
75	45,17 aA	45,27 aA
90	45,40 aA	44,90 aA

DMS para colunas =4,43; DMS para linhas= 2,86; MG=44,34; CV =3,86%

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



5 - CONCLUSÕES

Com base no conjunto de dados obtidos neste trabalho e para as condições que o mesmo foi desenvolvido, concluiu-se, para os parâmetros analisados o seguinte:

Caracterização físico-química da polpa de buriti

- Os resultados da caracterização físico-química da polpa de buriti, em valores médios, foram 9,80 °Brix para sólidos solúveis totais; 3,70 para o pH ; 77,25%, para o teor de umidade em base úmida; 0,80% para substâncias minerais (cinzas); 0,28% para acidez total titulável (% ácido cítrico) 0,98% para açúcares redutores (% glicose).

- O parâmetro cor: a luminosidade (L*) foi de 42,07; a intensidade de vermelho (+a*) foi de +18,27 e a intensidade de amarelo (+b*) foi de +33,67. Visualmente, houve predomínio da cor amarela.

Cinética de secagem

- As curvas de secagem foram influenciadas pelo aquecimento, com a redução gradativa nos tempos, sob o efeito de temperaturas mais elevadas na secagem.

- Os modelos de Page, Henderson & Pabis e Henderson se ajustaram bem aos dados experimentais das secagens, podendo ser usados na predição da cinética de secagem da polpa de buriti, sendo o de Page, aquele que apresentou os melhores ajustes para todas as temperaturas, seguido do modelo de Henderson.

Caracterização físico-química do buriti em pó

- O buriti em pó, comparado com a sua forma *in natura*, apresentou aumento na acidez total titulável, no teor de cinzas, nos açúcares redutores e nos sólidos solúveis totais (°Brix).

- A cor das amostras de buriti em pó apresentou escurecimento com a secagem, apresentando valores superiores da intensidade de amarelo e intensidade de vermelho, e valores inferiores de luminosidade em relação a polpa *in natura*.

Isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó

- A umidade de equilíbrio aumenta com o aumento da atividade de água e, na maioria dos casos, ocorrem decréscimos da umidade de equilíbrio para valores constantes de atividade de água, à medida que a temperatura aumenta.

- As amostras de buriti em pó apresentam uma umidade máxima de 23,62% em b.s., para as condições estudadas.

- Os modelos matemáticos de Peleg e GAB se ajustaram satisfatoriamente aos dados experimentais, podendo ser utilizados para estimar as isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó. O modelo de Smith não se ajustou adequadamente às isotermas de adsorção nas temperaturas de 10 e 30 °C.

Estudo do armazenamento do buriti em pó

- O pH das amostras do buriti em pó desidratado nas temperaturas de 60 e 70 °C manteve-se praticamente inalterado durante o armazenamento, nos dois tipos de embalagem utilizada. A amostra desidratada a 50 °C sofreu redução com o tempo, em ambas as embalagens.

- Os sólidos solúveis totais (°Brix) das amostras desidratadas nas temperaturas de 50 e 70 °C foram influenciados significativamente pelo tempo de armazenamento, tanto nos produtos acondicionados nas embalagens de polietileno como nas embalagens laminadas; nas amostras desidratada a 60 °C, os sólidos solúveis totais não sofreram alteração com o tempo.

- A acidez total titulável de todas as amostras na embalagem de polietileno diminuíram com o tempo de armazenamento; já na embalagem laminada, a acidez das amostras desidratadas a 50 e 60 °C permaneceu inalterada e na amostra desidratada a 70 °C, a acidez foi influenciada significativamente pelo tempo de armazenamento.

- Os açúcares redutores foram influenciados significativamente pelo tempo de armazenamento das amostras embaladas em polietileno e em laminado, diminuindo em todos os casos.

- O teor de umidade aumentou com tempo de armazenamento na embalagem de polietileno das amostras secas nas três temperaturas. Na embalagem laminada, a umidade permaneceu inalterada com o tempo de armazenamento, nas amostras desidratadas a 60 e 70 °C, e na amostra desidratada a 50°C apresentou aumento.

- O teor de cinzas se manteve constante durante todo o tempo de armazenamento nas duas embalagens e em todas as amostras.

- Os parâmetros relacionados à cor (luminosidade, intensidade de vermelho e intensidade de amarelo) não sofreram modificações ao longo do armazenamento, em nenhuma das amostras estudadas.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUERRE, R. J.; SUAREZ, C.; VIOLLAZ, P. E. New BET type multilayer sorption isotherms: Part II: Modeling water sorption in foods. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, London, v. 22, n. 4, p. 19-195, 1989.

AGUIAR, J. P. L.; YUYAMA, L. K. O.; MAEDA, R. N.; PANTOJA, L.; MARINHO, H. A.; YUYAMA, K. Processamento e caracterização físico-química do buriti desidratado. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS (SLACA), 6., 2005, Campinas. **Resumos...**, Campinas: SBCTA/UNICAMP, 2005. CD Rom.

ALBUQUERQUE, L. D.; SALES, P. V. G.; PEDROSA, N. K. A.; MAGRO, P. C.; ANJOS, E. S.; MUJICA, P. Y. C. Caracterização físico-química de buriti (*Mauritia flexuosa*, L.). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS (SBPCFT), 1., 2005, João Pessoa. **Anais...**, João Pessoa: UFPB, 2005. CD Rom.

ALDRIGUE, M. L.; MADRUGA, M. S.; FIOREZE, R.; LIMA, A. W. O.; SOUSA, C. P. **Aspecto da ciência e tecnologia de alimentos**. João Pessoa: UFPB, 2002. v. 1, 198 p.

ALDRIGUE, M. L.; MADRUGA, M. S.; FIOREZE, R.; SOARES, J. **Aspectos da ciência e tecnologia de alimentos**. João Pessoa: UFPB, 2003. v. 2, 285 p.

ALEXANDRE, H. V. **Secagem e armazenamento da pitanga em pó**. 2005. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

ALEXANDRE, H. V.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; MELO, K. S. Cinética de secagem da polpa de pitanga formulada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., 2006, João Pessoa. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2006. CD Rom.

- ALHAMDAN, A. M.; HASSAN, B. H. Water sorption isotherms of date pastes as influenced by date cultivar and storage temperature. **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, v. 39, n. 3, p. 301-306, 1999.
- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.
- ALMEIDA, S. P.; SILVA, J. A. **Piqui e buriti: importância alimentar para a população dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1994. 38 p.
- ALONSO, L. F. T. **Algoritmos de seleção e dimensionamento de secadores**. 2001. 256 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- ALVES, R. M. V. **Embalagem para frutas e hortaliças desidratadas e frutas secas**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001. 12 p.
- ALVES, R. M. V.; ITO, D. Embalagens para refresco em pó: influência da barreira à umidade e integridade do fechamento. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS (SLACA), 6., 2005, Campinas. **Resumos...** Campinas: SBCTA/UNICAMP, 2005. CD Rom.
- ANGELUCCI, E. Corantes para alimentos: legislação brasileira. In: ANGELUCCI, E. **Corantes para alimentos**. Campinas: ITAL, 1988. p. 1-15.
- ANGELUCCI, E. **Análise química de alimentos**. Instituto de Tecnologia de Alimentos: Campinas, 1987. 123 p. (Manual técnico)
- ANTONIOLLI, L. R.; CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; SCARPARE FILHO, J. A. Utilização de embalagem de polietileno na conservação de caquis “Giombo” durante o armazenamento refrigerado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 77-80, 2003.

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

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 1. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 1995. 335 p.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993, 114 p.

BAKAR, J.; HASSAN, M. A.; AHMAD, A. Storage stability of coconut milk powder. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Barking, v. 43, n. 1, p. 95-100, 1988.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. Uso de aditivos. In: BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. de. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998. v.3, cap. 7, p.153-190.

BAO, B.; CHANG, K. C. Carrot juice color, carotenoids, and no starchy polysaccharides as affected by processing conditions. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, n. 6, p. 1155-1158, 1994.

BIBLE, R. B; SINGHA, S. Canopy position influences CIELAB coordinates of peach color. **HortScience**, Alexandria, v. 28, n. 10; p. 992-993, 1993.

BLAHOVEC, J. Sorption isotherms in materials of biological origin mathematical and physical approach. **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, v. 65, n. 4, p. 489-495, 2004.

BLASS, A. **Processamento de polímeros**. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 1988. 312 p.

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

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1992. 223 p.

BORGES, S. V.; CAL-VIDAL, J. Análise higroscópica e microestrutural de frutas desidratadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 5, p. 815-821, 1994.

BORGES, V. S.; VIDAL, C. J. Cinética de adsorção da banana desidratada em tambores rotativos. **Boletim SBCTA**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 41-46, 1994.

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. Análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de pedúnculos de caju submetidos a desidratação osmótico-solar. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 34, n. 2, p. 139-145, 2003.

BRASIL. Instrução normativa nº 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 de janeiro. 2000 seção 1, n. 6, p.54-56.

BRASIL, I. M.; GUIMARÃES, A. C. L. **Química e bioquímica do processamento**. Brasília: ABEAS, 1998. 120 p. (Curso de Tecnologia em Processamento de Suco e Polpa Tropicais - Módulo 5).

BRITTON, G. UV/ visible spectroscopy. In: BRITTON, G.; LIAAEN-JENSEN, S.; PFANDER, H. **Carotenoids: spectroscopy**. Basel: Birkhäuser, 1995. v. 1B, p. 13-62.

BROD, F. P. R.; SILVA, J. E. A. R.; PARK, K. J. Construção de secador: parte 1 – secador vertical convectivo. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 8, n. 1, p. 112-120, 1997.

BRODY, A. L. **Envasado de alimentos en atmosferas controladas, modificadas y vacío**. Zaragoza: Acribia, 1996. 220p.

BROOKER, D. B.; ARKEMA, F. W. B.; HALL, C. W. **Drying cereal grains**. Connecticut: The AVI, 1974. 265 p.

- BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. **Theory and simulation of grain drying: drying and storage of grains and oilseeds**. Westport: AVI Publishing Company, 1992. 214 p.
- BRUMOVSKY, J. O.; BRUMOVSKY, L. A. Evaluación de los métodos para determinar las constantes de la ecuación de la isoterma de G.A.B. In: HÜBINGER, M.; MURR, F.X.; AGUILERA, J. M. **Propiedades físicas de los alimentos**. Valencia: CYTED/UNICAMP/UPV/FINEP, 1996. p. 216-223.
- CABRAL, A. C. D.; ORTIZ, S. A.; MADI, L. F. C.; SOLER, R. M.; GAZETA, E. F. Embalagem das frutas tropicais e seus produtos. In: MEDINA, J. C. **Aspectos tecnológicos das frutas tropicais e seus produtos**. Campinas: ITAL, 1980. p. 199-296. (Série frutas tropicais).
- CABRAL, A. C. D.; ALVIM, D. D. Alimentos desidratados: conceitos básicos para sua embalagem e conservação. **Boletim do ITAL**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 1-65, 1981.
- CABRAL, A. C. D.; MADI, L. F. C.; SOLER, R. M.; ORTIZ, S. A. **Embalagem de produtos alimentícios**. São Paulo: Secretária de Indústria e Comércio, Ciências e Tecnologia do Estado de São Paulo, 1983. 338 p.
- CABRAL, A. C. D.; SOLER, R. M. Principais termoplásticos utilizados na embalagem de alimentos. **Boletim do ITAL**, Campinas, n. 55, v. 1, p. 77-117, 1978.
- CABRAL, A. C. D.; SOLER, R. M.; MADI, L. F. C. **Vida de prateleira (shelf-life) de produtos alimentícios acondicionados em embalagens flexíveis**. São Paulo: Associação Brasileira de Embalagem, 1977. 15 p.
- CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 5. ed. Belém: CEJUP/CNPq, 1991. 271p. (Coleção Adolfo Luke).
- CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. Campinas: UNICAMP, 1999. 212 p.

CHAVES, J. B. P. **Controle de qualidade para indústria de alimentos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 98 p.

CHIRIFE, J.; IGLESIAS, H. A. Equations for fitting water sorption isotherms of foods: Part 1 – A review. **Journal of Food Technology**, London, v. 13, n. 3, p. 159-174, 1978.

CHIRIFE, J.; RESNIK, S. L. Unsaturated solutions of sodium chloride as reference sources of water of activity at various temperatures. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 49, n. 4, p. 1486-1488, 1984.

CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. D. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 293 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CIABOTTI, E. D.; BRAGA, M. E. D.; CALVACANTI-MATA, M. E. R. M. Alterações das características físico-químicas da polpa de maracujá amarelo submetido a diferentes técnicas de congelamento inicial. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 51-60, 2000.

CLYDESDALE, F. M. Color as a factor choice. **Critical Review in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 33, n. 1, p. 83-101, 1993.

CORRÊA, P. C.; MACHADO, P. F.; ANDRADE, E. T. Cinética de secagem e qualidade de grãos de milho-pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 1, p. 134-142, 2001.

CUNNINGHAM, F. E. Practical applications of food dehydration. A review. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 45, n. 5, p. 479-483, 1982.

DE GOIS, V. A.; CAL-VIDAL, J. Water sorption characteristics of freeze dried papaya in powdered and granular forms. **Canadian Institute of Food Science Technology**, Toronto, v. 19, n. 1, p. 7-11, 1986.

- DOYMAZ, I. Drying behaviour of green beans. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 69, n. 2, p. 161-165, 2005.
- DOYMAZ, I. Drying kinetics of white mulberry. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 61, n. 2, p. 341-346, 2004.
- DROUZAS, A. E.; SCHUBERT, H. Microwave application in vacuum drying of fruits. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 28, n. 2, p. 203-209, 1996.
- EARLE, M. R. L. **Ingenieria de los Alimentos**. Madrid: Acribia, 1971. 664 p.
- ESCRICHE, I., J.; RESTREPO; SERRA, J. A.; HERRERA, L. F. Composition and nutritive value of Amazonian palm fruits. **Food and Nutrition Bulletin**, Tokyo, v. 21, n. 3, p. 361-365, 2000.
- EVANGELISTA, J. **Tecnologia dos alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1994. 652 p.
- FADINI, A. L.; SILVA, P. M. P.; QUEIROZ, M. B.; JARDIM, D. C. P.; VISSOTTO, F. Z.; BATISTA, G. Isoterma de sorção de umidade para produtos à base de macadâmia. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS (SLACA), 6., 2005, Campinas. **Resumos...** Campinas: SBCTA/UNICAMP, 2005. CD Rom.
- FARIAS, S. N. **Secagem de sólidos esferoidais usando o método de Gallerkin**. 2002. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- FERNANDES, M. H. C. **Migração de Componentes de embalagens plásticas para alimentos**. Governo do Estado de São Paulo- Secretaria da Agricultura. ITAL/SBCTA, Campinas, 1987.
- FERREIRA, V. L. P. **Princípios e aplicações da colorimetria em alimentos**. Campinas:: ITAL, 1981. 85 p. (Instruções Técnicas, 19).

- FERREIRA, V. L. P.; FRANCIS, J.; YOTSUYANAGI, K. Cor e Carotenóides Totais do Suco de Maracujá (*Passiflora edulis*, Sims). **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 50-58, 1989.
- FERREIRA, J. C., CAVALCANTI-MATA, M. E. R. M., BRAGA, M. E. D. Cinética de congelamento de polpa de umbu a duas temperaturas criogênicas In: CONGRESSO LATINOAMERICANA Y DEL CARIBE DE INGENIERIA AGRÍCOLA, Irapuato. **Anais...** 2000.
- FERREIRA, C. D.; PENA, R. S. Comportamento higroscópico da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*). **Ciência e Tecnologia 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. **Adaptação do modelo de Thompson para a simulação de secagem em raspas de mandioca (*Manihot sculenta*, sp.)**. 1982. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- FIGUEIREDO, R. **Princípios de secagem de produtos biológicos**. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 2004. 229 p.
- FRANCIS, J. F.; CLYDESDALE, F. M. **Food colorimetry: theory and application**. Westport: AVI, 1975. 447 p.
- 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.
- GALDINO, P. O. **Desidratação de polpa de umbu**. 2003. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

GALDINO, P. O.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; SILVA, R. N. G. 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.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. **Embalagens plásticas: propriedades de barreira**. Campinas: ITAL, 1989. 44 p.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 1988. 284 p.

GIOVANELLI, G.; ZANONI, B.; LAVELLI, V.; NANI, R. Water sorption, drying and antioxidant properties of dried tomato products. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 52, n. 2, p. 135-141, 2002.

GOMES, P. M. A. **Estudo da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D.C) desidratada em leito de jorro**. 2002. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

GOMES, P. M. A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J de M. Armazenamento da polpa de acerola em pó à temperatura ambiente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 384-389, 2004.

GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C; FERNANDEZ, F. R.; MURR, F. E. X. Estudo das isotermas de sorção e calor isostérico do gengibre sem casca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: SBEA, 1999.CD Rom.

GREENSPAN, L. Humidity fixed – points of binary saturated aqueous solutions. **Journal of Research of the National of Standards A. Physics and Chemistry**, Gaithersburg, v. 81, n. 1, p. 89-96, 1977.

GUEDES, A. M. M.; FARIA, L. J. G. Determinação da constante de secagem de urucum (*Bixa orellana* L.) em secador convectivo de leito fixo. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 73-86, 2000.

HÉBRARD, A.; OULAHNA, D.; GALET, L.; CUQ, B.; ABECASSIS, J.; FAGES, J. Hydration properties of durum wheat semolina: influence of particle size and temperature. **Powder Technology**, Lausanne, v. 130, n. 1/3, p. 211-218, 2003.

HEILBRONN, W. H.; BEILSTEIN, G. H.; CÖPPINCEN, S. H. **Guia de materiais plásticos, propriedades, ensayos, parámetros**. 1. ed. Barcelona: Hansen Editorial, 1992. 175 p.

HOMMA, A. K. O. **Extrativismo vegetal na Amazônia: limites e oportunidades**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1993. 201 p.

HONORES, W. J. C. **Estudo de secagem da maçã (*Malus* spp. variedade Golden *delicious*)**. 1995. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

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.

ILARI, J. L. Analyse des principales difficultés rencontrées dans le m'lange d'ingrédients particuliers en phase sèche. **Laboratoire de Génie des Procédés**, Nantes, v. 2, n 4, p. 141-148, 1995.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3 ed. São Paulo, 1985. v. 1, 533 p.

ITAL. Instituto de Tecnologia de Alimentos. **Desidratação de frutas e hortaliças**. Campinas: ITAL, 1993. 120 p. (Manual Técnico n. 15).

JAIN, D.; PATHARE, P. B. Selection and evaluation of thin layer drying models for infrared radiative and convective of onion slices. **Biosystems Engineering**, London, v. 89, n. 3, p. 289-296, 2004.

- JAYA, S.; DAS, H. Accelerated storage, shelf life and color of mango powder. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 29, n.1, p. 45-62, 2005.
- JESUS, S. C.; MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S.; CARDOSO, R. L. Avaliação de banana-passa obtida de frutos de diferentes genótipos de bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 6, p. 573-579, 2005.
- JOHNSON, P. N. T.; BRENNAN, J. G. Moisture sorption isotherm characteristics of plantain (*Musa*, AAB). **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 44, n. 2, p. 79-84, 2000.
- KECHAOU, N.; MAALEJ, M. Desorption isotherms of tunisia deglet nour dates application of the GAB theory. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 3, n. 37, p. 73-77, 2000.
- KIMBALL, D. A. **Citrus processing quality control and technology**. New York: Chapman & Hall, 1991. 473 p.
- KIRANOUDIS, C. T.; MAROULIS, Z. B.; TSAMI, E.; MARINOS-KOURIS, D. Equilibrium moisture content and heat of desorption of some vegetables. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 20, n. 1, p. 55-74, 1993.
- KROKIDA, M. K.; KARATHAMOS, V. T.; MAROULIS, Z. B.; MARINOS-KOURIS, D. Drying kinetics of some vegetables. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 59, n. 4, p. 391-403, 2003.
- KROKIDA, M. K.; MAROULIS, Z. B.; SARAVACOS, G. D. The effect of the method of drying on the colour of dehydrated products. **International Journal of Food Science and Technology**, London, v. 36, n. 1, p. 53-59, 2001.
- LABUZA, T. P. Sorption phenomena in foods. **Food Technology**, Chicago, v. 22, n. 3, p. 263-272, 1985.
- LEDO, A. S. **Potencialidade da fruticultura no estado do Acre**. Rio Branco: EMBRAPA, 1996. 16 p. (Documento, 20).

LEUNG, H. K. Structure and properties of water. **Cereal Foods World**, Saint Paul, v. 26, n. 7, p. 350–352, 1981.

LIMA, A. S.; FIGUEIRÊDO, R. W.; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; SOUSA, P. H. M. Estudo da estabilidade de melões desidratados obtidos por desidratação osmótica seguida de secagem convencional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 107-109, 2004.

LIMA, M. F. M.; ROCHA, S. C. S.; ALSINA, O. L. S.; JERÔNIMO, C. E. M.; MATA, A. L. M. Influência da composição química dos materiais no desempenho do processo de secagem de polpas de frutas em leito de jorro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 13., e INTERAMERICAN CONGRESS OF CHEMICAL ENGINEERING, 19., 2000, Águas de São Pedro. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2000. CD Rom.

LOISEL, C. **Contribution a l'étude des propriétés rhéologiques de quelques de poudres alimentaires: influence des contributions hygrométriques**. 1988. 250 f. Thèse (Douteur en Sciences et Technologie des Productions Végétales et Alimentaires) – Université de Nantes, Nantes, France.

LOPES, A. S.; MATTIETTO, R. A.; MENEZES, H. C. Estabilidade da polpa de pitanga sob congelamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 553-559, 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, v. 1, 2000. 373 p.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; COSTA, J. T. M.; CERQUEIRA, L. S. C.; BEHR, N. von. **Palmeiras no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Plantarum, 1996. 352 p.

MACEDO, B. A. Características químicas e físico-químicas de quatro variedades de goiabas adaptadas às condições do Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 17, n. 2, p. 39-44, 1995.

MADI, L. F. C.; GAZETA, E. F.; SOLER, R. M.; CXABRAL, A. C. D.; ALVIM, D. D. **Características dos atuais materiais flexíveis nacionais para embalagem de alimentos.** Campinas: ITAL, 1978. p. 35-67.

MARIATH, J. G. R.; LIMA, M. C. C. & SANTOS, L. M. P. Vitamin A activity of buriti (*Mauritia vinifera* Mart.) and its effectiveness in the treatment and prevention of xerophthalmia. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 49, n. 5, p. 849-853, 1989.

MARQUES, L. G.; FREIRE, J. T. Lyophilization of barbados cherry and papaya pulps. In: MERCOSUR CONGRESS ON CHEMICAL ENGINEERING, 2., and MERCOSSUR CONGRESS ON PROCESS SYSTEMS ENGINEERING, 4., 2005, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2005. CD Rom.

MASKAN, M.; GÖGÜS, F. Sorption isotherms and drying characteristics of mulberry (*Morus alba*). **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 37, n. 4, p. 437-449, 1998.

MATHLOUTHI, M.; ROGÉ, B. Water vapour sorption isotherms and the caking of food powders. **Food Chemistry**, Barking, v. 82, n.1, p. 61-71, 2003.

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

MEDEIROS, M. F. D. **Influência da composição química dos materiais no desempenho do processo de secagem de polpas de frutas em leito de jorro.** 2001. 233 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MENDEZ, M. H. M.; DERIVI, S. C. N.; RODRIGUES, M. C. R.; FERNANDES, M. L. **Tabela de composição de alimentos: amiláceos, cereais e derivados, frutas, hortaliças, leguminosas, nozes e oleaginosas.** Niterói: EDUFF, 1995. 41 p.

MENDONÇA, S. L. R. **Análise de alimentos**, Módulo 3, Curso de Especialização em Agroindústria Alimentícia por Tutoria à Distância. Campus IV – UFPB, Bananeiras, 1999. 80p.

MOHSEENIN, N. N. **Physical properties of plants and animals materials**. 2. ed. Amsterdam: Gordon and Breach Publishers, 1986. 841 p.

MORAGA, G.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N.; CHIRALT, A. Water sorption isotherms and glass transition in strawberries: influence of pretreatment. **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, v. 62, n. 4, p. 315-321, 2004.

MORAGA, G.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, A.; CHIRALT, A. Water sorption isotherms and phase transitions in kiwifruit. **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, v. 72, n. 2, p. 147-156, 2006.

MOREIRA, R.; CHENLO, F.; VÁZQUEZ, M. J.; CAMEÁN, P. Sorption isotherms of turnip top leaves and stems in the temperatures range from 298 to 328 K. **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, v. 71, n. 2, p. 193-199, 2005.

MOREIRA, R. S. R.; ARÊAS, J. A. G. Estudo da composição centesimal, perfil de ácidos graxos e teor de carotenóides da farinha da polpa de buriti (*Mauritia vinifera*, Mart.) seca prensada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16., 1998, Belém. **Anais...** SBCTA: Belém, 1998. CD Rom.

MOURA, R. A.; BANZATO, J. M. **Embalagem: acondicionamento, utilização & containerização - Manual de movimentação de materiais**. São Paulo: IMAM, 1990. v. 2. 85 p.

NOREÑA, C. Z.; HUBINGER, M. D.; MENEGALLI, F. C. Técnicas básicas de determinação de atividade de água: uma revisão. **Boletim SBCTA**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 91-96, 1996.

NORONHA, M. A. S. **Características físico-químicas de frutos de umbu-cajá *Spondias sp.* provenientes dos Pólos Baixo-Jaguaribe (CE) e Assu-Mossoró (RN)**. 1998. 48 f. Monografia (Graduação em agronomia), ESAM, Mossoró.

NULTSCH, W. **Botânica geral**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul. 2000, 489 p.

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

ORREGO-ALZATE, C. E.; GIRALDO-GÓMEZ, G. I.; GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, M. E. Calorimetric study and adsorption isotherms of freeze-dried tomato tree (*Cyphomandra betacea* (Cav) Send) juice. In: MERCOSUR CONGRESS ON CHEMICAL ENGINEERING, 2., and MERCOSUR CONGRESS ON PROCESS SYSTEMS ENGINEERING, 4., 2005, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2005. CD Rom.

PARK, K.J. **Estudo Comparativo de Coeficiente de Difusão sem e com encolhimento**. 1987. 54f. Dissertação (Tese de Livre-Docência) Faculdade de Engenharia de Agrícola, Universidade Estadual de Campinas / UNICAMP, Campinas.

PARK, K. J.; NOGUEIRA, R. I. Modelos para ajuste de isotermas de sorção de alimentos. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 3, n. 1, p.180-186, 1992.

PARK, K. J; BIN, A.; BROD, F. P. R. Obtenção das isotermas de sorção e modelagem matemática para a pêra Bartlett (*Pyrus* sp.) com e sem desidratação osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 326–332, 2001.

PELEG, M. Assessment of a semi-empirical four parameter general model for sigmoid moisture sorption isotherms. **Journal of Food Process Engineering**, Connecticut, v. 16, n. 1, p. 21-37, 1993.

PENA, R. S.; RIBEIRO, C. C.; GRANDI, J. G. Influence of the temperature on parameters of biparametric models used in the prediction of moisture adsorption isotherms of guarana (*Paullinia cupana*) powder. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 229-232, 1997.

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

PEREIRA, E. A.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Massa específica de polpa de açaí em função do teor de sólidos totais e da temperatura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 526-530, 2002.

PEREIRA, E. A.; 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. 86-90, 2006.

PIERGIOVANNI, L. Materiais de embalagem e tecnologias de envase. In: BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998. v. 3, cap. 10, p. 219-278.

POZO, O. V. C. **O pequi (*Caryocar brasiliense*): uma alternativa para o desenvolvimento sustentável do cerrado no norte de Minas Gerais**. 1997. 100 f. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PRADO, M. E. T. **Secagem de tâmaras (*Phoenix dactylifera* L.) para obtenção de tâmara passa**. 1998. 89 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

RIBEIRO, J. F.; SILVA, J. C. S. Manutenção e recuperação da biodiversidade do bioma cerrado: o uso de plantas nativas. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8. e INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996, Brasília. **Anais...** Planaltina: Embrapa/CPAC, 1996. p. 10-14.

ROMANO, N. R. **Metodologia de projeto para embalagem**. 1996. 193 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 556 p.

SANKAT, C. K.; CASTAIGNE, F. Foaming and drying behaviour of ripe bananas. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, London, v. 37, n. 5, p. 517-525, 2004.

SANTOS, S. C. S. **Grau de caking de pós de abacate (*Persea americana*, Mill) obtidos por spray-drying**. 1983. 108 f. Dissertação (Mestre em Ciência de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

SILVA, J. A.; SILVA, D. B.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. **Frutas nativas dos cerrados**. Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1994. 166 p.

SILVA, J. S.; AFONSO, A. D. L.; GUIMARÃES, A. C. Estudos dos métodos de secagem. In: SILVA, J. S. **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora, 1995. p.105–143.

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

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

SILVA, Y. C.; CAVALCANTI-MATA, M. E. R. M.; DUARTE, M. E. M. Atividade de água de cajá em pó microencapsulado com amido modificado: estudo de dois modelos matemáticos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS, 1., 2005, João Pessoa. **Anais...**, João Pessoa: UFPB. CD Rom.

SIMAL, S.; FEMENIA, A.; GARAU, M. C.; ROSSELLÓ, C. Use of exponential, Page's and diffusional models to simulate the drying kinetics of kiwi fruit. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 66, n. 3, p. 323-328, 2005.

SHING, P. C.; SINCH, R. K. Application of GAB model for water sorption isotherms of food products. **Journal of food Engineering**, Essex, v. 10, n. 50, p. 1-7, 1996.

SOARES, E. C. **Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) pelo processo “foam-mat”**. 1996. 153 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

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.

SOUSA, S.; MATA, M. E. R. M. C.; BRAGA, M. E. D.; MONTEIRO FILHO, A. F. Drying curves of umbu fruits with osmotic pré-drying. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 33-38, 2000.

STENCL, J.; OTTEN, L.; GOTTHARDOVA, J.; HOMOLA, P. Model comparisons of equilibrium moisture content of prunes in the temperature range of 15-45°C. **Journal of Stored Products Research**, Elmsford, v. 35, n. 1, p. 27-36, 1999.

TALLA, A.; JANNOT, Y.; NKENG, G. E.; PUIGGALI, J. R. Experimental determination and modeling of sorption isotherms of tropical fruits: banana, mango, and pineapple. **Drying Technology**, New York, v. 23, n. 7, p. 1477-1498, 2005.

TAVARES, M.; PIMENTEL, S. A.; JORGE, L. I. F.; LAMARDO, L. C. A.; CAMPOS, N. C. Composição química e estudo histológico do fruto do buriti nativo do município de Buritizal, Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 15., 1996, Poços de Caldas. **Resumos...** Poços de Caldas: SBCTA, 1996. p. 267.

TELES, C. S. **Avaliação física, química e sensorial de couve (*Brassica oleracea*, L. var. *Acephala*) minimamente processada, armazenada sob atmosfera modificada**. 2001.108 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

- TELIS, V. R. N.; SOBRAL, P. J. A. Glass transitions and state diagram for freeze-dried pineapple. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, London, v. 34, n. 4, p. 199-205, 2001.
- TIMMERMANN, E. O.; CHIRIFE, J.; IGLESIAS, H. A. Water sorption isotherms of foods and foodstuffs: BET or GAB parameters? **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, v. 48, n. 1, p. 19-31, 2001.
- TORRES, L. L. G.; EL-DASH, A. A.; CARVALHO, C. W. P.; ASCHERI, J. L. R.; GERMANI, R.; MIGUEZ, M. Efeito da umidade e da temperatura no processamento de farinha de banana verde (*Musa acuminata*, grupo AAA) por extrusão termoplástica. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 23, n. 2, p. 273-290, 2005.
- TRAVAGLINI, D. A.; AGUIRRE, J. M.; SIQUEIRA, E. T. F. **Desidratação de frutas**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001. 40 p.
- TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. cap. 1, p. 2-51.
- VIDAL, D.; FITO, P.; GRAS, M. L.; GIMENO, V. Estudio de la actividad del agua de dátiles españoles tipo candid. In: FITO, P.; MULET, A.; CHIRALT, A.; ANDRÉS, A. **Ingeniería de alimentos nuevas fronteras en el siglo XXI: deshidratación de alimentos y propiedades relacionadas**. Valencia: UPV, 2003. v. 2, p. 107-112.
- VILLAR, G. C. **Estudo do desempenho de um secador convectivo de bandejas para a secagem de banana: análise da influência das variáveis operacionais**. 1999. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.
- VERNON-CARTER, E. J.; ESPINOSA-PAREDES G.; BERISTAIN C. I.; ROMERO-TEHUITZIL H. Effect of foaming agents on the stability, rheological properties, drying kinetics and flavour retention of tamarind foam-mats. **Food Research International**, Barking, v. 34, n. 7, p. 587-598, 2001.

WANG, N.; BRENNAN, J. G. Thermal conductivity of potato as a function of moisture contents. **Journal of Food Engineering**, Lleida, v. 17, n. 2, p. 153-160, 1991.

WEBER, E. A. **Armazenagem agrícola**. Porto Alegre: Kleper Weber Industrial, 1995. 395 p.

WILEY, R. C. **Frutas y hortalizas minimamente procesados y refrigeradas**. Zaragoza: Acribia, 1997. 362 p.

YUYAMA, L. K. O.; YONEKURA, L.; AGUIAR, J. P. L.; SOUSA, R. F. S. Biodisponibilidade dos carotenóides do buriti (*Mauritia flexuosa, L.*) em ratos. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 28, n. 4, p. 409-415, 1998.

APÊNDICE A

Tabela A.1 - Dados experimentais das cinéticas das secagens da polpa de buriti, desidratado nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

Tempo (min)	RU (50 °C)	Tempo (min)	RU (60 °C)	Tempo (min)	RU (70 °C)
0	1,0000	0	1,0000	0	1,0000
10	0,9492	10	0,9456	10	0,9519
20	0,8984	20	0,8965	20	0,8809
30	0,8568	30	0,8411	30	0,8214
40	0,8271	40	0,7767	40	0,7642
50	0,7773	50	0,7223	50	0,6949
60	0,7414	60	0,6666	60	0,6374
70	0,7008	70	0,6099	70	0,5731
80	0,6572	80	0,5611	80	0,5223
90	0,6236	90	0,5103	90	0,4816
100	0,5853	100	0,4626	100	0,4383
110	0,5418	110	0,4175	110	0,3901
120	0,5025	120	0,3810	120	0,3538
130	0,4685	130	0,3365	130	0,3219
140	0,4240	140	0,3047	140	0,2896
150	0,3973	150	0,2741	150	0,2580
160	0,3692	160	0,2400	160	0,2300
170	0,3330	170	0,2108	170	0,2004
180	0,3066	180	0,1876	180	0,1776
190	0,2858	190	0,1607	190	0,1554
200	0,2521	200	0,1418	200	0,1274
210	0,2280	210	0,1215	210	0,1133
220	0,2086	220	0,1040	220	0,1005
230	0,1825	230	0,0880	230	0,0824
240	0,1604	240	0,0761	240	0,0706
250	0,1443	250	0,0628	250	0,0585
260	0,1245	260	0,0525	260	0,0507
270	0,1080	270	0,0443	270	0,0420
280	0,0954	300	0,0244	280	0,0353
290	0,0852	330	0,0147	290	0,0282
300	0,0707	360	0,0084	300	0,0222
330	0,0423	390	0,0051	310	0,0188
360	0,0235	420	0,0038	320	0,0137
390	0,0130	450	0,0028	330	0,0137
420	0,0077	480	0,0015	340	0,0104
450	0,0034	-	-	350	0,0090
480	0,0011	-	-	360	0,0073
510	0,0011	-	-	390	0,0020
-	-	-	-	420	0,0013

UFCC - BIBLIOTECA

APÊNDICE B

Tabela B.1 - Análise de variância dos valores médios dos sólidos solúveis totais (°Brix) do buriti em pó, desidratado nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	2	0,00000	0,00000	0,0000ns
Resíduo	6	0,00180	0,00030	
Total	8	0,00180		

ns - não significativo

Tabela B.2 - Análise de variância dos valores médios do pH do buriti em pó, desidratado nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	2	0,00009	0,00004	1,3333ns
Resíduo	6	0,00020	0,00003	
Total	8	0,00029		

ns - não significativo

Tabela B.3 - Análise de variância dos valores médios da umidade do buriti em pó, desidratado nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	2	1,12436	0,56218	110,2309**
Resíduo	6	0,03060	0,00510	
Total	8	1,15496		

** - significativo a 1% de probabilidade

Tabela B.4 - Análise de variância dos valores médios da acidez total titulável do buriti em pó, desidratado nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	2	0,00436	0,00218	28,0000**
Resíduo	6	0,00047	0,00008	
Total	8	0,00482		

** - significativo a 1% de probabilidade

Tabela B.5 - Análise de variância dos valores médios das cinzas do buriti em pó, desidratado nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	2	0,06249	0,03124	0,4667ns
Resíduo	6	0,40167	0,06694	
Total	8	0,46416		

ns - não significativo

Tabela B.6 - Análise de variância dos valores médios dos açúcares redutores do buriti em pó, desidratado nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	2	1,24847	0,62423	68,4300**
Resíduo	6	0,05473	0,00912	
Total	8	1,30320		

** - significativo a 1% de probabilidade

Tabela B.7 - Análise de variância dos valores médios da luminosidade do buriti em pó, desidratado nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	2	24,38222	12,19111	8,0440*
Resíduo	6	9,09333	1,51556	
Total	8	33,47556		

* = significativo a 5% de probabilidade

Tabela B.8 - Análise de variância dos valores médios da intensidade de vermelho (+a*) do buriti em pó, desidratado nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	2	1,46889	0,734444	0,8294ns
Resíduo	6	5,31333	0,88556	
Total	8	6,78222		

ns - não significativo

Tabela B.9 - Análise de variância dos valores médios da intensidade de amarelo (+b*) do buriti em pó, desidratado nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	2	49,66222	24,83111	9,5382*
Resíduo	6	15,62000	2,60333	
Total	8	65,28222		

* - significativo a 5% de probabilidade

APÊNDICE C

UFCG - BIBLIOTECA

Tabela C.1 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 10 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2338	5,7900	6,4534	-0,6634	0,1146
0,3347	7,8800	7,0268	0,8532	0,1083
0,4314	8,3100	7,6433	0,6667	0,0802
0,5736	8,5200	9,2595	-0,7395	0,0868
0,6215	9,3700	10,1987	-0,8287	0,0884
0,7567	15,9200	14,9027	1,0173	0,0639
0,8206	18,6500	18,7254	-0,0754	0,0040
0,8677	22,2500	22,4839	-0,2339	0,0105

Tabela C.2 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 20 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2311	4,4900	4,3447	0,1453	0,0324
0,3307	5,4300	5,6298	-0,1998	0,0368
0,4316	6,8100	6,8292	-0,0192	0,0028
0,5438	8,3500	8,0507	0,2993	0,0358
0,5914	8,5000	8,8379	-0,3379	0,0398
0,7547	12,2700	11,9649	0,3051	0,0249
0,8134	14,6400	14,9034	-0,2634	0,0180
0,8511	18,6600	18,5806	0,0794	0,0043

Tabela C.3 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 30 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2161	4,2900	4,6122	-0,3222	0,0751
0,3244	5,7200	5,1388	0,5812	0,1016
0,4317	5,8100	5,7059	0,1041	0,0179
0,5140	6,1600	6,3806	-0,2206	0,0358
0,5603	6,5900	6,9544	-0,3644	0,0553
0,7509	13,4200	12,6917	0,7283	0,0543
0,8063	15,3400	16,1963	-0,8563	0,0558
0,8362	18,9800	18,6327	0,3473	0,0183

Tabela C.4 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 40 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2040	3,2600	3,1816	0,0784	0,0241
0,3160	4,6400	4,5986	0,0414	0,0089
0,4320	4,7100	5,2841	-0,5741	0,1219
0,4842	6,2100	5,8528	0,3572	0,0575
0,5317	6,6100	6,4597	0,1503	0,0227
0,7468	11,5900	11,5048	0,0852	0,0073
0,7991	13,2900	13,7289	-0,4389	0,0330
0,8232	15,2600	14,9539	0,3061	0,0201

Tabela C.5 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 10 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2338	5,7900	5,8639	-0,0739	0,0128
0,3347	7,8800	6,6448	1,2352	0,1567
0,4314	8,3100	7,6170	0,6930	0,0834
0,5736	8,5200	9,7048	-1,1848	0,1391
0,6215	9,3700	10,6921	-1,3221	0,1411
0,7567	15,9200	14,9985	0,9215	0,0579
0,8206	18,6500	18,5250	0,1250	0,0067
0,8677	22,2500	22,4086	-0,1586	0,0071

Tabela C.6 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 20 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2338	4,4900	4,7499	-0,2599	0,0579
0,3347	5,4300	5,5079	-0,0779	0,0144
0,4314	6,8100	6,4215	0,3885	0,0570
0,5736	8,3500	7,6841	0,6659	0,0797
0,6215	8,5000	8,6835	-0,1835	0,0216
0,7567	12,2700	12,5206	-0,2506	0,0204
0,8206	14,6400	15,2694	-0,6294	0,0430
0,8677	18,6600	18,1988	0,4612	0,0247

Tabela C.7 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 30 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2161	4,2900	4,1733	0,1167	0,0272
0,3244	5,7200	4,8289	0,8911	0,1558
0,4317	5,8100	5,7187	0,0913	0,0157
0,5140	6,1600	6,6599	-0,4999	0,0812
0,5603	6,5900	7,3394	-0,7494	0,1137
0,7509	13,4200	12,6542	0,7658	0,0571
0,8063	15,3400	16,0276	-0,6876	0,0448
0,8362	18,9800	18,7211	0,2589	0,0136

Tabela C.8 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 40 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2040	3,2600	3,1826	0,0774	0,0238
0,3160	4,6400	4,5715	0,0685	0,0148
0,4320	4,7100	5,2914	-0,5814	0,1234
0,4842	6,2100	5,8896	0,3204	0,0516
0,5317	6,6100	6,5147	0,0953	0,0144
0,7468	11,5900	11,3843	0,2057	0,0177
0,7991	13,2900	13,6810	-0,3910	0,0294
0,8232	15,2600	15,0597	0,2003	0,0131

Tabela C.9 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 10 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2338	5,7900	5,0783	0,7117	0,1229
0,3347	7,8800	6,3791	1,5009	0,1905
0,4314	8,3100	7,8259	0,4841	0,0583
0,5736	8,5200	10,4770	-1,9570	0,2297
0,6215	9,3700	11,5747	-2,2047	0,2353
0,7567	15,9200	15,6455	0,2745	0,0172
0,8206	18,6500	18,4521	0,1979	0,0106
0,8677	22,2500	21,2575	0,9925	0,0446

Tabela C.10 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 20 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2338	4,4900	4,2382	0,2518	0,0561
0,3347	5,4300	5,2887	0,1413	0,0260
0,4314	6,8100	6,5261	0,2839	0,0417
0,5736	8,3500	8,0955	0,2545	0,0305
0,6215	8,5000	9,2274	-0,7274	0,0856
0,7567	12,2700	12,9513	-0,6813	0,0555
0,8206	14,6400	15,2583	-0,6183	0,0422
0,8677	18,6600	17,5644	1,0956	0,0587

Tabela C.11 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 30 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2161	4,2900	3,1043	1,1857	0,2764
0,3244	5,7200	4,4621	1,2579	0,2199
0,4317	5,8100	6,0416	-0,2316	0,0399
0,5140	6,1600	7,4703	-1,3103	0,2127
0,5603	6,5900	8,3845	-1,7945	0,2723
0,7509	13,4200	13,5739	-0,1539	0,0115
0,8063	15,3400	15,8710	-0,5310	0,0346
0,8362	18,9800	17,4022	1,5778	0,0831

Tabela C.12 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 50 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 40 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2040	3,2600	2,7048	0,5552	0,1703
0,3160	4,6400	4,4325	0,2075	0,0447
0,4320	4,7100	5,3777	-0,6677	0,1418
0,4842	6,2100	6,1412	0,0688	0,0111
0,5317	6,6100	6,9064	-0,2964	0,0448
0,7468	11,5900	11,7767	-0,1867	0,0161
0,7991	13,2900	13,6092	-0,3192	0,0240
0,8232	15,2600	14,6213	0,6387	0,0419

Tabela C.13 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 10 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2338	5,86000	5,60439	0,255612	0,0436
0,3347	6,00000	6,58655	-0,586554	0,0978
0,4314	7,92000	7,42837	0,491628	0,0621
0,5736	8,52000	8,91352	-0,393517	0,0462
0,6215	9,76000	9,68617	0,073830	0,0076
0,7567	14,72000	14,09458	0,625422	0,0425
0,8206	17,74000	18,46185	-0,721852	0,0407
0,8677	23,62000	23,35959	0,260406	0,0110

Tabela C.14 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 20 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2311	5,02000	4,84946	0,170544	0,0340
0,3307	5,05000	5,46810	-0,418101	0,0828
0,4316	6,38000	6,08953	0,290474	0,0455
0,5438	7,08000	6,99250	0,087499	0,0124
0,5914	7,62000	7,83764	-0,217638	0,0286
0,7547	12,24000	11,93299	0,307010	0,0251
0,8134	14,75000	15,09983	-0,349832	0,0237
0,8511	18,42000	18,28860	0,131399	0,0071

Tabela C.15 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 30 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2161	3,88000	3,84216	0,03784	0,03784
0,3244	5,04000	4,83621	0,20379	0,20379
0,4317	5,27000	5,78434	-0,51434	-0,51434
0,5140	6,65000	6,64514	0,00486	0,00486
0,5603	7,51000	7,25907	0,25093	0,25093
0,7509	12,87000	12,29948	0,57052	0,57052
0,8063	14,01000	15,20748	-1,19748	-1,19748
0,8362	17,87000	17,22055	0,64945	0,64945

Tabela C.16 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 40 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2040	3,47000	3,42588	0,044121	0,0127
0,3160	4,25000	4,46927	-0,219268	0,0516
0,4320	5,29000	5,00565	0,284351	0,0538
0,4842	5,38000	5,48720	-0,107196	0,0199
0,5317	6,03000	6,03744	-0,007444	0,0012
0,7468	11,42000	11,32995	0,090048	0,0079
0,7991	13,61000	13,81862	-0,208618	0,0153
0,8232	15,33000	15,20496	0,125036	0,0082

Tabela C.17 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 10 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2338	5,86000	5,30756	0,552439	0,0943
0,3347	6,00000	6,04985	-0,049848	0,0083
0,4314	7,92000	6,98617	0,933827	0,1179
0,5736	8,52000	9,04458	-0,524579	0,0616
0,6215	9,76000	10,04114	-0,281143	0,0288
0,7567	14,72000	14,57343	0,146575	0,0100
0,8206	17,74000	18,52551	-0,785506	0,0443
0,8677	23,62000	23,15360	0,466404	0,0197

Tabela C.18 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 20 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2311	5,02000	4,58337	0,436626	0,0870
0,3307	5,05000	5,19227	-0,142266	0,0282
0,4316	6,38000	5,99970	0,380302	0,0596
0,5438	7,08000	7,17651	-0,096513	0,0136
0,5914	7,62000	8,13902	-0,519019	0,0681
0,7547	12,24000	12,02428	0,215721	0,0176
0,8134	14,75000	14,98108	-0,231080	0,0157
0,8511	18,42000	18,29754	0,122455	0,0066

Tabela C.19 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 30 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2161	3,88000	3,84216	0,03784	0,0098
0,3244	5,04000	4,83621	0,20379	0,0404
0,4317	5,27000	5,78434	-0,51434	0,0976
0,5140	6,65000	6,64514	0,00486	0,0007
0,5603	7,51000	7,25907	0,25093	0,0334
0,7509	12,87000	12,29948	0,57052	0,0443
0,8063	14,01000	15,20748	-1,19748	0,0855
0,8362	17,87000	17,22055	0,64945	0,0363

Tabela C.20 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 40 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2040	3,47000	3,42588	0,044121	0,0127
0,3160	4,25000	4,46927	-0,219268	0,0516
0,4320	5,29000	5,00565	0,284351	0,0538
0,4842	5,38000	5,48720	-0,107196	0,0199
0,5317	6,03000	6,03744	-0,007444	0,0012
0,7468	11,42000	11,32995	0,090048	0,0079
0,7991	13,61000	13,81862	-0,208618	0,0153
0,8232	15,33000	15,20496	0,125036	0,0082

Tabela C.21 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 10 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2338	5,86000	4,34486	1,51514	0,2586
0,3347	6,00000	5,72258	0,27742	0,0462
0,4314	7,92000	7,25499	0,66501	0,0840
0,5736	8,52000	10,06300	-1,54300	0,1811
0,6215	9,76000	11,22564	-1,46564	0,1502
0,7567	14,72000	15,53739	-0,81739	0,0555
0,8206	17,74000	18,51007	-0,77007	0,0434
0,8677	23,62000	21,48147	2,13853	0,0905

Tabela C.22 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 20 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2311	5,02000	3,85532	1,16468	0,2320
0,3307	5,05000	4,91679	0,13321	0,0264
0,4316	6,38000	6,16708	0,21292	0,0334
0,5438	7,08000	7,75291	-0,67291	0,0950
0,5914	7,62000	8,89672	-1,27672	0,1675
0,7547	12,24000	12,65952	-0,41952	0,0343
0,8134	14,75000	14,99073	-0,24073	0,0163
0,8511	18,42000	17,32093	1,09907	0,0597

Tabela C.23 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 30 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2161	3,88000	3,12946	0,75054	0,1934
0,3244	5,04000	4,39728	0,64272	0,1275
0,4317	5,27000	5,87207	-0,60207	0,1142
0,5140	6,65000	7,20607	-0,55607	0,0836
0,5603	7,51000	8,05977	-0,54977	0,0732
0,7509	12,87000	12,90524	-0,03524	0,0027
0,8063	14,01000	15,05020	-1,04020	0,0742
0,8362	17,87000	16,47991	1,39009	0,0778

Tabela C.24 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 60 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 40 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2040	3,47000	2,50108	0,968921	0,2792
0,3160	4,25000	4,26175	-0,011747	0,0028
0,4320	5,29000	5,22507	0,064932	0,0123
0,4842	5,38000	6,00319	-0,623190	0,1158
0,5317	6,03000	6,78299	-0,752988	0,1249
0,7468	11,42000	11,74646	-0,326459	0,0286
0,7991	13,61000	13,61401	-0,004007	0,0003
0,8232	15,33000	14,64546	0,684537	0,0447

Tabela C.25 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 10 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2338	5,59000	5,78977	-0,199772	0,0357
0,3347	6,44000	6,16895	0,271053	0,0421
0,4314	6,90000	6,66843	0,231567	0,0336
0,5736	7,69000	8,22839	-0,538390	0,0700
0,6215	9,27000	9,17334	0,096661	0,0104
0,7567	14,02000	13,89290	0,127104	0,0091
0,8206	17,81000	17,66712	0,142880	0,0080
0,8677	21,20000	21,33156	-0,131562	0,0062

Tabela C.26 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 20 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2311	5,01000	5,10558	-0,095578	0,0191
0,3307	5,41000	5,24788	0,162122	0,0300
0,4316	6,11000	5,92920	0,180799	0,0296
0,5438	7,10000	7,32604	-0,226040	0,0318
0,5914	8,30000	8,55889	-0,258892	0,0312
0,7547	13,22000	12,95875	0,261247	0,0198
0,8134	15,70000	15,45193	0,248074	0,0158
0,8511	17,30000	17,57212	-0,272117	0,0157

Tabela C.27 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 30 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2161	4,72000	4,63785	0,082145	0,0174
0,3244	4,95000	5,13837	-0,188369	0,0381
0,4317	5,76000	5,66255	0,097446	0,0169
0,5140	6,20000	6,26118	-0,061177	0,0099
0,5603	6,88000	6,75693	0,123071	0,0179
0,7509	11,31000	11,51270	-0,202700	0,0179
0,8063	14,62000	14,35071	0,269287	0,0184
0,8362	16,19000	16,30921	-0,119211	0,0074

Tabela C.28 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Peleg a 40 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2040	3,37000	3,26618	0,103815	0,0308
0,3160	3,82000	4,18560	-0,365597	0,0957
0,4320	4,87000	4,74932	0,120684	0,0248
0,4842	5,37000	5,28366	0,086341	0,0161
0,5317	6,04000	5,89975	0,140255	0,0232
0,7468	11,12000	11,28852	-0,168516	0,0152
0,7991	13,57000	13,55875	0,011246	0,0008
0,8232	14,85000	14,77663	0,073369	0,0049

Tabela C.29 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 10 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2338	5,59000	5,16495	0,42505	0,0760
0,3347	6,44000	5,87457	0,56543	0,0878
0,4314	6,90000	6,76538	0,13462	0,0195
0,5736	7,69000	8,70688	-1,01688	0,1322
0,6215	9,27000	9,63862	-0,36862	0,0398
0,7567	14,02000	13,80983	0,21017	0,0150
0,8206	17,81000	17,36073	0,44927	0,0252
0,8677	21,20000	21,42048	-0,22048	0,0104

Tabela C.30 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 20 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2311	5,01000	4,63114	0,378861	0,0756
0,3307	5,41000	5,44967	-0,039674	0,0073
0,4316	6,11000	6,39931	-0,289315	0,0474
0,5438	7,10000	7,68129	-0,581294	0,0819
0,5914	8,30000	8,68207	-0,382072	0,0460
0,7547	13,22000	12,45472	0,765280	0,0579
0,8134	15,70000	15,10390	0,596105	0,0380
0,8511	17,30000	17,88370	-0,583703	0,0337

Tabela C.31 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 30 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2161	4,72000	4,18321	0,536794	0,1137
0,3244	4,95000	4,80678	0,143221	0,0289
0,4317	5,76000	5,63963	0,120369	0,0209
0,5140	6,20000	6,50396	-0,303963	0,0490
0,5603	6,88000	7,11764	-0,237643	0,0345
0,7509	11,31000	11,63812	-0,328116	0,0290
0,8063	14,62000	14,27289	0,347112	0,0237
0,8362	16,19000	16,25958	-0,069580	0,0043

Tabela C.32 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de GAB a 40 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2040	3,37000	3,09840	0,271597	0,0806
0,3160	3,82000	4,25535	-0,435354	0,1140
0,4320	4,87000	4,88907	-0,019068	0,0039
0,4842	5,37000	5,43110	-0,061098	0,0114
0,5317	6,04000	6,01049	0,029512	0,0049
0,7468	11,12000	10,90498	0,215018	0,0193
0,7991	13,57000	13,44090	0,129097	0,0095
0,8232	14,85000	15,03761	-0,187610	0,0126

Tabela C.33 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 10 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2338	5,59000	4,24506	1,34494	0,2406
0,3347	6,44000	5,52019	0,91981	0,1428
0,4314	6,90000	6,93850	-0,03850	0,0056
0,5736	7,69000	9,53742	-1,84742	0,2402
0,6215	9,27000	10,61349	-1,34349	0,1449
0,7567	14,02000	14,60418	-0,58418	0,0417
0,8206	17,81000	17,35551	0,45449	0,0255
0,8677	21,20000	20,10566	1,09434	0,0516

Tabela C.34 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 20 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2311	5,01000	4,11158	0,898424	0,1793
0,3307	5,41000	5,16236	0,247638	0,0458
0,4316	6,11000	6,40007	-0,290073	0,0475
0,5438	7,10000	7,96995	-0,869947	0,1225
0,5914	8,30000	9,10224	-0,802244	0,0967
0,7547	13,22000	12,82718	0,392818	0,0297
0,8134	15,70000	15,13493	0,565069	0,0360
0,8511	17,30000	17,44168	-0,141685	0,0082

Tabela C.35 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 30 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2161	4,72000	3,47439	1,245613	0,2639
0,3244	4,95000	4,60427	0,345730	0,0698
0,4317	5,76000	5,91860	-0,158601	0,0275
0,5140	6,20000	7,10746	-0,907460	0,1464
0,5603	6,88000	7,86828	-0,988282	0,1436
0,7509	11,31000	12,18656	-0,876559	0,0775
0,8063	14,62000	14,09814	0,521855	0,0357
0,8362	16,19000	15,37230	0,817704	0,0505

Tabela C.36 - Valores experimentais e preditos da umidade de equilíbrio do buriti em pó, desidratado a 70 °C, resíduos e erros relativos calculados para o modelo de Smith a 40 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Predito		
0,2040	3,37000	2,31923	1,050768	0,3118
0,3160	3,82000	4,06750	-0,247504	0,0648
0,4320	4,87000	5,02404	-0,154042	0,0316
0,4842	5,37000	5,79669	-0,426685	0,0795
0,5317	6,04000	6,57099	-0,530993	0,0879
0,7468	11,12000	11,49952	-0,379517	0,0341
0,7991	13,57000	13,35392	0,216083	0,0159
0,8232	14,85000	14,37811	0,471890	0,0318

APÊNDICE D

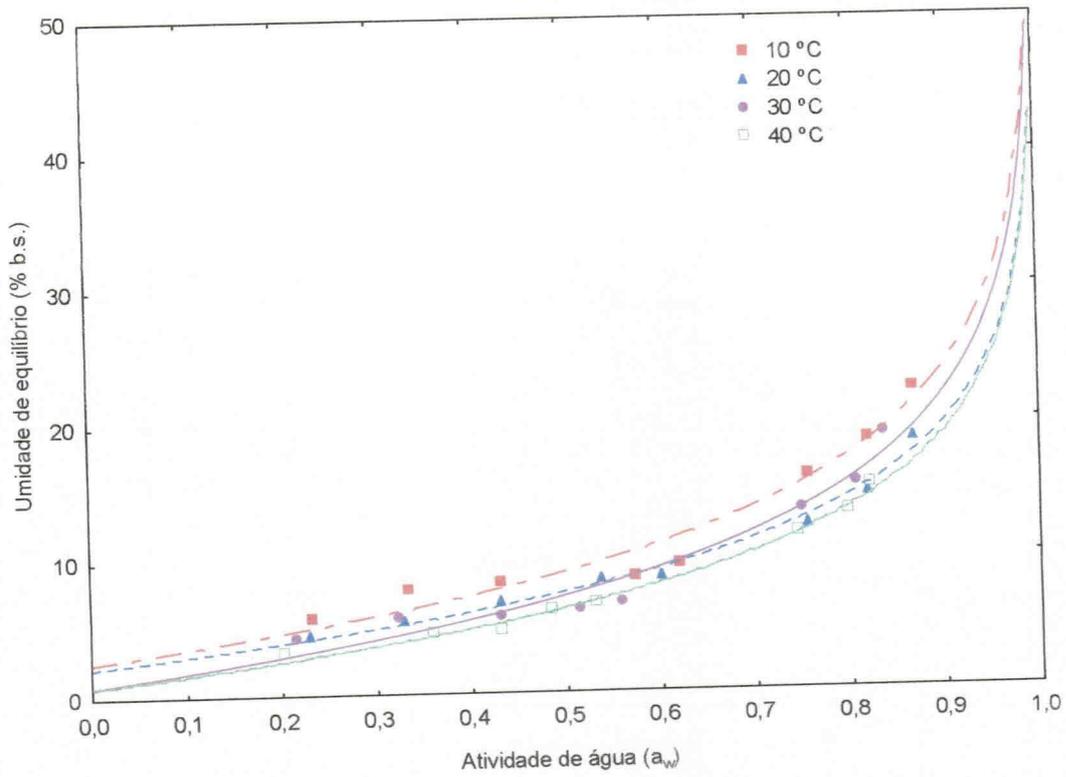


Figura D.1 - Isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, ajustadas pelo modelo de Smith, desidratado a 50 °C

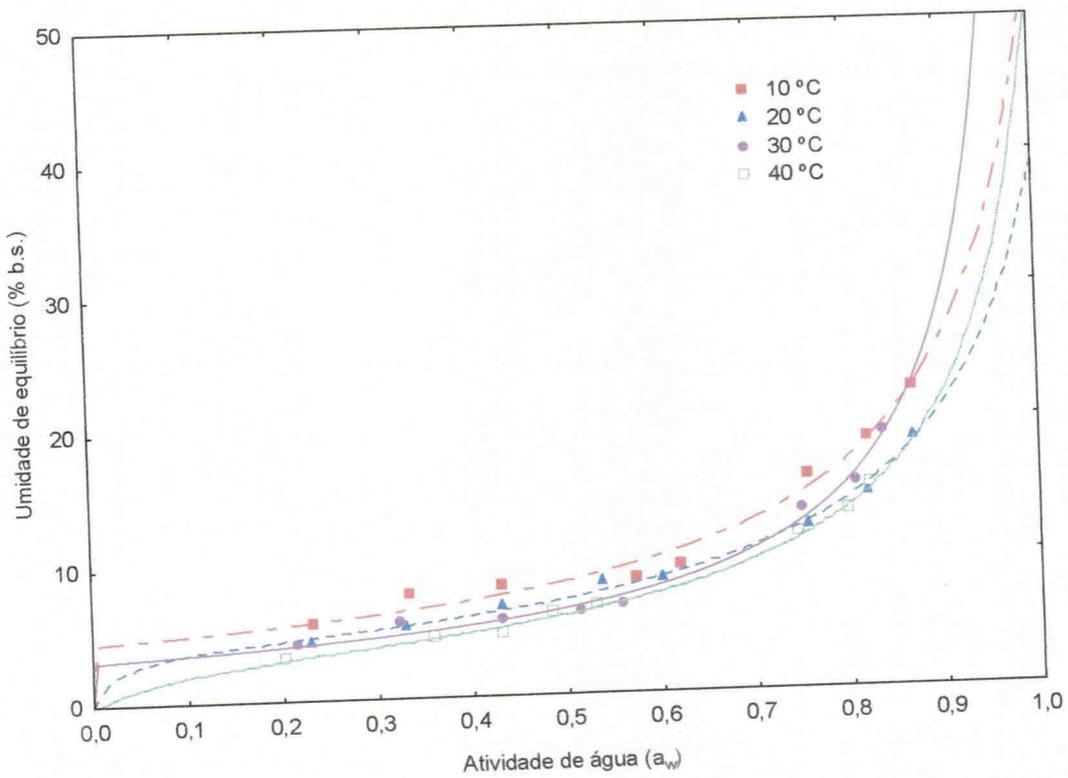


Figura D.2 - Isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, ajustadas pelo modelo de GAB, desidratado a 50 °C

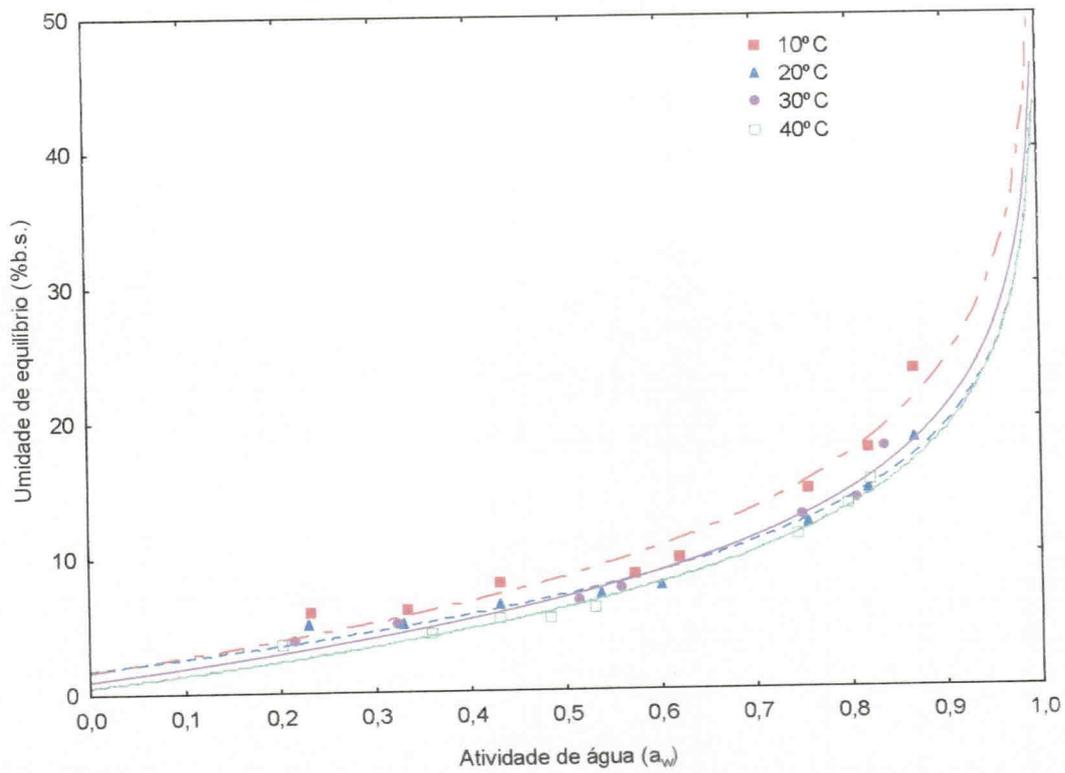


Figura D.3 - Isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, ajustadas pelo modelo de Smith, desidratado a 60 °C

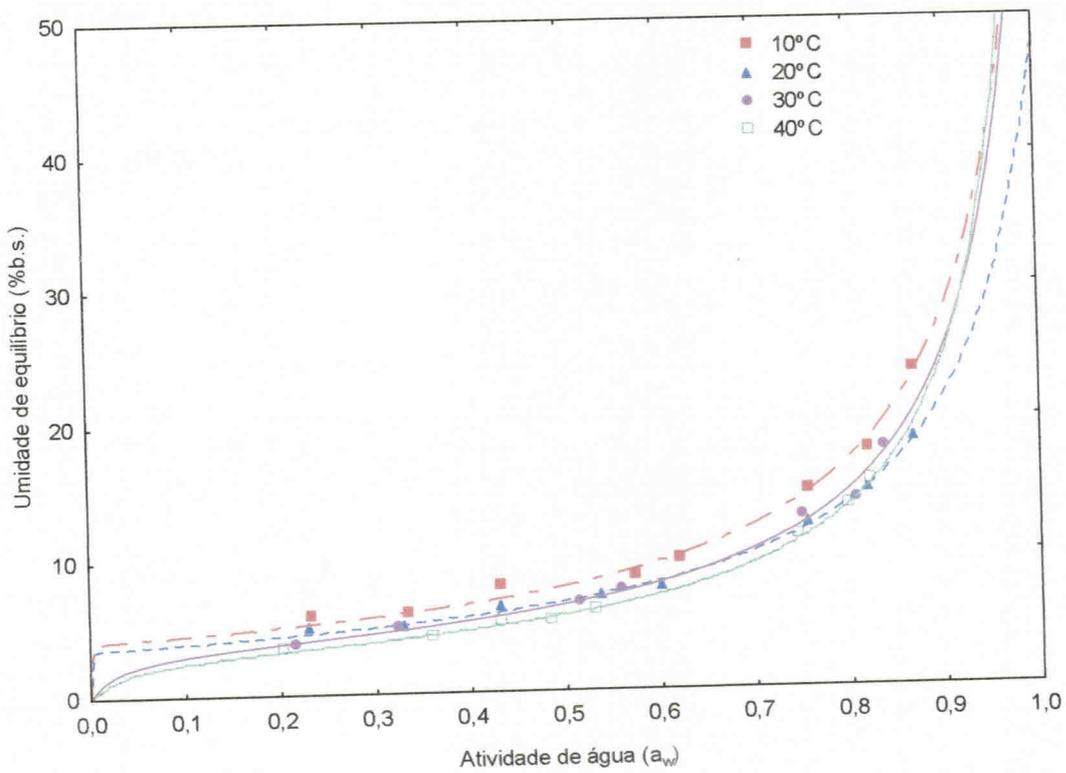


Figura D.4 - Isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, ajustadas pelo modelo de GAB, desidratado a 60 °C

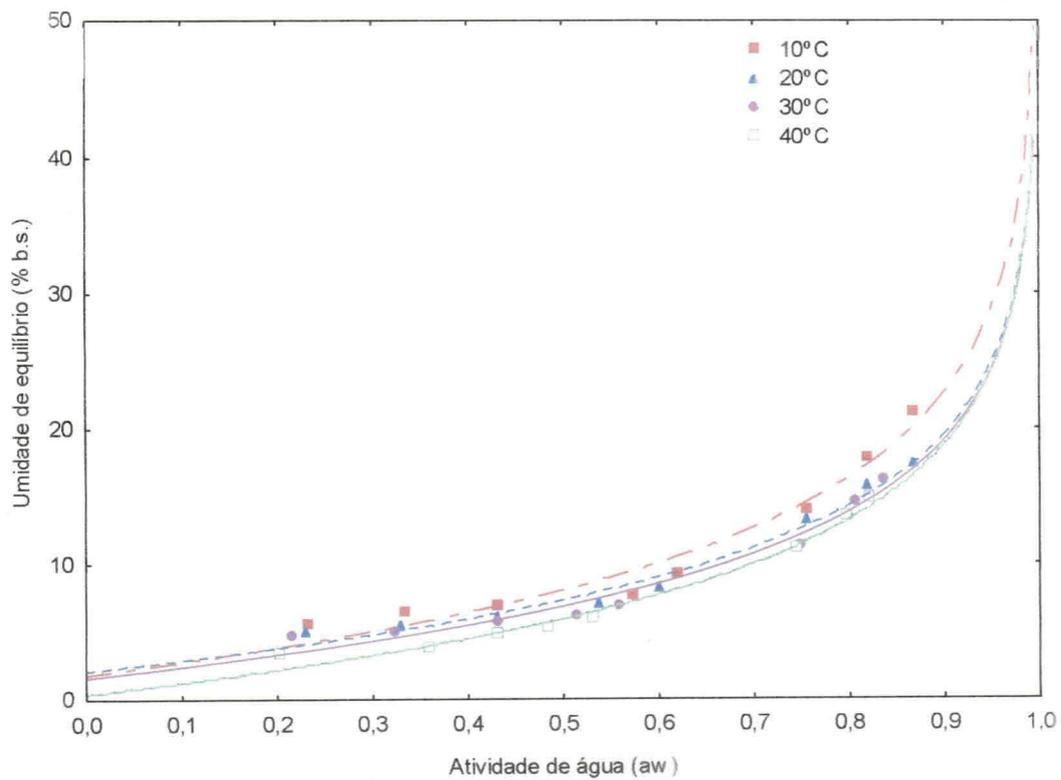


Figura D.5 - Isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, ajustadas pelo modelo de Smith, desidratado a 70 °C

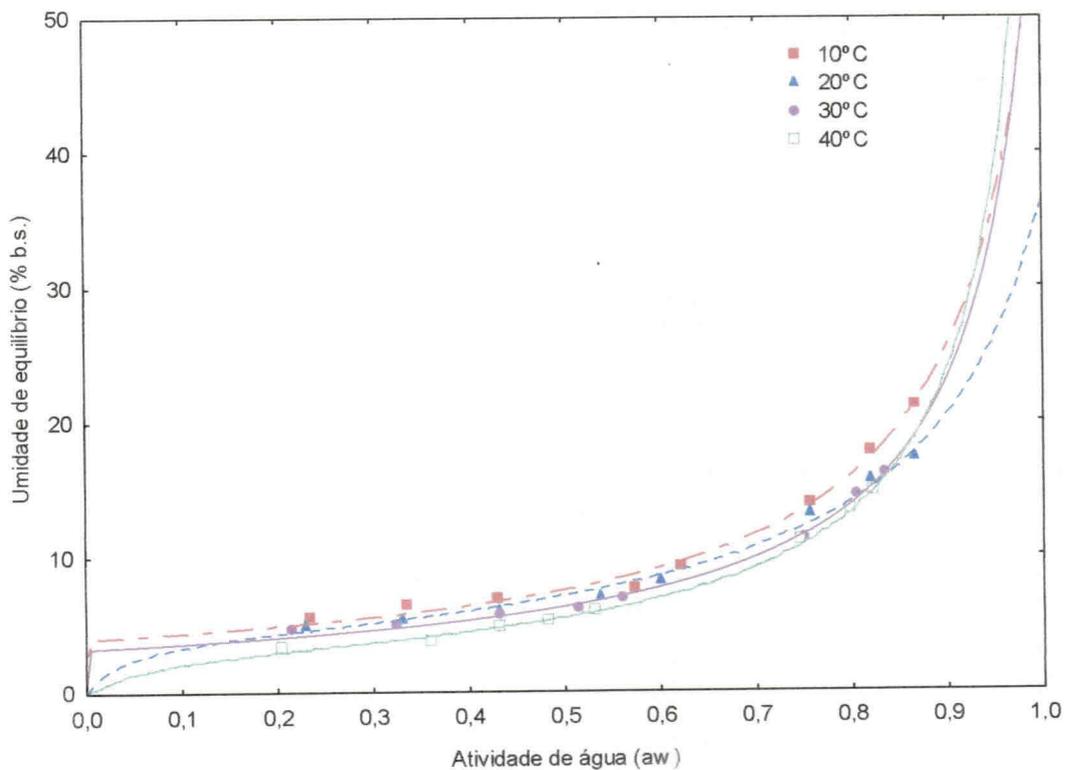


Figura D.6 - Isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó, ajustadas pelo modelo de GAB, desidratado a 70 °C

APÊNDICE E

Tabela E.1 - Análise de variância do pH do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Embalagem	1	0,01524	0,01524	58,7156**
Tempo	6	0,18893	0,03149	121,3333**
Embalagem x Tempo	6	0,05490	0,00915	35,2538**
Resíduo	28	0,00727	0,00026	
Total	41	0,26633		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

Tabela E.2 - Análise de variância do pH do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Embalagem	1	0,00619	0,00619	19,8550**
Tempo	6	0,00955	0,00159	5,1018**
Embalagem x Tempo	6	0,00382	0,00064	2,0433 ns
Resíduo	28	0,00873	0,00031	
Total	41	0,02830		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

ns - não significativo (p-valor≥0,05)

Tabela E.3 - Análise de variância do pH do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Embalagem	1	0,00440	0,00440	19,4632**
Tempo	6	0,00720	0,00120	5,3018**
Embalagem x Tempo	6	0,00175	0,00029	1,2877ns
Resíduo	28	0,00633	0,00023	
Total	41	0,01968		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

ns - não significativo (p-valor≥0,05)

Tabela E.4 - Análise de variância dos sólidos solúveis totais (°Brix) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Embalagem	1	0,65625	0,65625	216,1765**
Tempo	6	0,54300	0,09050	29,8118**
Embalagem x Tempo	6	0,28140	0,04690	15,4494**
Resíduo	28	0,08500	0,00304	
Total	41	1,56565		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

Tabela E.5 - Análise de variância dos sólidos solúveis totais (°Brix) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Embalagem	1	0,01449	0,01449	7,7110**
Tempo	6	1,40601	0,23434	124,7414**
Embalagem x Tempo	6	0,06801	0,01134	6,0342**
Resíduo	28	0,05260	0,00188	
Total	41	1,54111		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

Tabela E.6 - Análise de variância dos sólidos solúveis totais (°Brix) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Embalagem	1	0,28339	0,28339	145,8640**
Tempo	6	0,79020	0,13170	67,7868**
Embalagem x Tempo	6	0,16586	0,02764	14,2279**
Resíduo	28	0,05440	0,00194	
Total	41	1,293885		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

Tabela E.7 - Análise de variância da acidez total titulável do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Embalagem	1	0,00549	0,00549	16,6957**
Tempo	6	0,01543	0,00257	7,8261**
Embalagem x Tempo	6	0,00231	0,00039	1,1739ns
Resíduo	28	0,00920	0,00033	
Total	41	0,03243		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

ns - não significativo (p-valor≥0,05)

Tabela E.8 - Análise de variância da acidez total titulável do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Embalagem	1	0,00000	0,00000	0,0000ns
Tempo	6	0,01303	0,00217	4,7500**
Embalagem x Tempo	6	0,00120	0,00020	0,4375ns
Resíduo	28	0,01280	0,00046	
Total	41	0,02703		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

ns - não significativo (p-valor≥0,05)

Tabela E.9 - Análise de variância da acidez total titulável do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Embalagem	1	0,00060	0,00060	6,4969*
Tempo	6	0,02681	0,00447	48,1105**
Embalagem x Tempo	6	0,00168	0,00028	3,0122*
Resíduo	28	0,00260	0,00009	
Total	41	0,03169		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

* significativo a 5% de probabilidade (p-valor<0,05)

Tabela E.10 - Análise de variância dos açúcares redutores do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Embalagem	1	0,15072	0,15072	23,7156**
Tempo	6	17,79248	2,96541	466,6023**
Embalagem x Tempo	6	0,68439	0,11407	17,9480**
Resíduo	28	0,17795	0,00636	
Total	41	18,80554		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

Tabela E.11 - Análise de variância dos açúcares redutores do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Embalagem	1	0,17088	0,17088	78,7950**
Tempo	6	19,68633	3,28106	1512,9201**
Embalagem x Tempo	6	0,48336	0,08056	37,1467**
Resíduo	28	0,06072	0,00217	
Total	41	20,40130		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

Tabela E.12 - Análise de variância dos açúcares redutores do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Embalagem	1	0,99669	0,99669	210,8734**
Tempo	6	34,23678	5,70613	1207,2692**
Embalagem x Tempo	6	0,57618	0,09603	20,3175**
Resíduo	28	0,13234	0,00473	
Total	41	35,94199		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

Tabela E.13 - Análise de variância da umidade do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Embalagem	1	3,30390	3,30390	648,0867**
Tempo	6	5,00174	0,83362	163,5220**
Embalagem x Tempo	6	3,60288	0,60048	117,7890**
Resíduo	28	0,14274	0,00510	
Total	41	12,05125		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

Tabela E.14 - Análise de variância da umidade do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Embalagem	1	1,63570	1,63570	46,2537**
Tempo	6	2,87187	0,47865	13,5350**
Embalagem x Tempo	6	2,53422	0,42237	11,9437**
Resíduo	28	0,99018	0,03536	
Total	41	8,03197		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

Tabela E.15 - Análise de variância da umidade do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Embalagem	1	0,65413	0,65413	18,5779**
Tempo	6	4,54479	0,75746	21,5128**
Embalagem x Tempo	6	1,87738	0,31290	8,8866**
Resíduo	28	0,98588	0,03521	
Total	41	8,06218		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

Tabela E.16 - Análise de variância das cinzas do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Embalagem	1	0,00857	0,00857	0,2816ns
Tempo	6	0,24735	0,04122	1,3544ns
Embalagem x Tempo	6	0,17506	0,02918	0,9586ns
Resíduo	28	0,85227	0,03044	
Total	41	1,28325		

ns - não significativo (p-valor \geq 0,05)

Tabela E.17 - Análise de variância das cinzas do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Embalagem	1	0,00669	0,00669	0,4084ns
Tempo	6	0,57510	0,09585	5,8530**
Embalagem x Tempo	6	0,07906	0,01318	0,8046ns
Resíduo	28	0,45853	0,01638	
Total	41	1,11938		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor $<$ 0,01)

ns - não significativo (p-valor \geq 0,05)

Tabela E.18 - Análise de variância das cinzas do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Embalagem	1	0,09909	0,09909	3,2296ns
Tempo	6	0,35545	0,05924	1,9309ns
Embalagem x Tempo	6	0,19085	0,03181	1,0367ns
Resíduo	28	0,85907	0,03068	
Total	41	1,50445		

ns não significativo (p-valor \geq 0,05)

Tabela E.19 - Análise de variância dos valores médios da luminosidade do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	5	459,98333	91,99667	603,2568**
Embalagem	1	0,00444	0,00444	0,0291 ^{ns}
Embalagem x Tempo	5	14,19222	2,83844	18,6128**
Resíduo	24	3,66000	0,15250	
Total	35	477,84000		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

ns - não significativo (p-valor≥0,05)

Tabela E.20 - Análise de variância dos valores médios da luminosidade do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	5	459,98333	91,99667	603,2568**
Embalagem	1	0,00444	0,00444	0,0291 ^{ns}
Embalagem x Tempo	5	14,19222	2,83844	18,6128**
Resíduo	24	3,66000	0,15250	
Total	35	477,84000		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

ns - não significativo (p-valor≥0,05)

Tabela E.21 - Análise de variância dos valores médios da luminosidade do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	5	459,98333	91,99667	603,2568**
Embalagem	1	0,00444	0,00444	0,0291 ^{ns}
Embalagem x Tempo	5	14,19222	2,83844	18,6128**
Resíduo	24	3,66000	0,15250	
Total	35	477,84000		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

ns - não significativo (p-valor≥0,05)

Tabela E.22 - Análise de variância da intensidade de vermelho (+a*) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	5	25,07139	5,01428	91,6315**
Embalagem	1	1,03361	1,03361	18,8883**
Embalagem x Tempo	5	3,35806	0,67161	12,2731**
Resíduo	24	1,31333	0,05472	
Total	35	30,77639		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

Tabela E.23 - Análise de variância da intensidade de vermelho (+a*) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	5	25,07139	5,01428	91,6315**
Embalagem	1	1,03361	1,03361	18,8883**
Embalagem x Tempo	5	3,35806	0,67161	12,2731**
Resíduo	24	1,31333	0,05472	
Total	35	30,77639		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

Tabela E.24 - Análise de variância da intensidade de vermelho (+a*) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	5	25,07139	5,01428	91,6315**
Embalagem	1	1,03361	1,03361	18,8883**
Embalagem x Tempo	5	3,35806	0,67161	12,2731**
Resíduo	24	1,31333	0,05472	
Total	35	30,77639		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

Tabela E.25 - Análise de variância da intensidade de amarelo (+b*) do buriti em pó, desidratado a 50 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	5	39,91472	7,98294	17,0252**
Embalagem	1	2,50694	2,50694	5,3466*
Embalagem x Tempo	5	16,08806	3,21761	6,8622**
Resíduo	24	11,25333	0,46889	
Total	35	69,76306		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

* significativo a 5% de probabilidade (p-valor<0,05)

Tabela E.26 - Análise de variância da intensidade de amarelo (+b*) do buriti em pó, desidratado a 60 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	5	39,91472	7,98294	17,0252**
Embalagem	1	2,50694	2,50694	5,3466*
Embalagem x Tempo	5	16,08806	3,21761	6,8622**
Resíduo	24	11,25333	0,46889	
Total	35	69,76306		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

* significativo a 5% de probabilidade (p-valor<0,05)

Tabela E.27 - Análise de variância da intensidade de amarelo (+b*) do buriti em pó, desidratado a 70 °C, durante o armazenamento

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tempo	5	39,91472	7,98294	17,0252**
Embalagem	1	2,50694	2,50694	5,3466*
Embalagem x Tempo	5	16,08806	3,21761	6,8622**
Resíduo	24	11,25333	0,46889	
Total	35	69,76306		

** significativo a 1% de probabilidade (p-valor<0,01)

* significativo a 5% de probabilidade (p-valor<0,05)