



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

SECAGEM E ARMAZENAMENTO DE POLPA DE MANGABA

JOZAN MEDEIROS

Campina Grande, Paraíba
FEVEREIRO, 2007

SECAGEM E ARMAZENAMENTO DE POLPA DE MANGABA

JOZAN MEDEIROS

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 Agrícola

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

**Campina Grande, Paraíba
FEVEREIRO, 2007**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

M488s

2007 Medeiros, Jozan

Secagem de polpa de mangaba em camada de espuma / Jozan Medeiros. — Campina Grande, 2007.

165f.: il.

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

Referências

Orientador: Rossana Maria Feitosa de Figueiredo e Alexandre José de Melo Queiroz.

1. Mangaba - Secagem 2. Mangaba – Camada de Espuma - Secagem
3. Polpa de Mangaba – Camada de Espuma 4. Fruta - Secagem I. Título.

CDU – 634:66.047



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

JOZAN MEDEIROS

SECAGEM E ARMAZENAMENTO DE POLPA DE MANGABA

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Prossiana N. F. de Figueiredo
Dra. Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo - Orientadora

Aprovado

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

APROVADO

Kátia Cristina de O. Gurjão
Dra. Kátia Cristina de Oliveira Gurjão - Examinadora

APROVADO

Josivanda Palmeira Gomes
Dra. Josivanda Palmeira Gomes - Examinadora

APROVADO

FEVEREIRO - 2007

Dedico este trabalho a minha esposa, Edna, por compreender a minha ausência o que, muitas vezes, nos privou de momentos inesquecíveis; seu apoio foi de fundamental importância para o desenvolvimento deste trabalho, razão pela qual registro, aqui, o quanto sou grato por todo o seu carinho, afeto e, sobretudo por acreditar nos meus ideais, em prol de minha família.

Agradecimentos

A Deus, que me deu forças e me amparou ao longo deste trabalho, o meu muito obrigado pois, sem Sua ajuda eu não seria quem sou e não estaria aonde cheguei. Sou-Lhe grato, Pai Eterno!

A meu pai, Crisaldo Emidio de Medeiros (in memoriam), cuja filosofia de vida sempre foi baseada no princípio de justiça, amor e fraternidade; a minha mãe, Luzia Gomes de Medeiros que, em sua simplicidade, sempre valorizou a educação.

A meus irmãos, em especial Aparecida, Ana, Jorge, Luzia e Maria Inês pelo apoio e orações nos momentos mais difíceis durante a realização do meu sonho.

Aos meus sobrinhos, sobretudo a Danilo, pela companhia durante as incansáveis noites de trabalho, no laboratório.

A minha sogra Zélia, que valorizou meus estudos, demonstrando apoio desde os primeiros momentos.

A minhas tias, por sempre acreditarem na execução desta pesquisa.

Aos eternos amigos João Carlos, Regilane e Wolia, pela valiosa cooperação durante os momentos em que senti mais dificuldades.

Ao grande amigo Luisinho, por sua verdadeira amizade, e Hermeval por sua constante companhia durante a elaboração deste trabalho.

À Capes, que possibilitou financeiramente a concretização deste sonho.

À Empresa Emcasa, pela doação das embalagens.

Aos Professores Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo e Alexandre José de Melo Queiroz, que me orientaram, pela competência, dedicação, paciente orientação, apoio;

tudo isto foi base forte para meu crescimento como aprendiz de pesquisador, sem os quais este trabalho não seria possível; meu especial agradecimento.

Às Professoras Dr^a. Josivanda Palmeira Gomes e Dr^a Kátia Cristina de Oliveira Gurjão, pela participação no trabalho, como examinadoras, contribuindo para o seu melhoramento.

Aos Professores do mestrado que, de forma direta ou indireta, colaboraram na concretização deste trabalho.

À secretária do Departamento de Engenharia Agrícola, Rivanilda, pelo carinho com trata todos os mestrandos.

Aos funcionários do Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, em especial a Julio César e Luciene, pela amizade e colaboração.

Aos amigos do mestrado, pelo incentivo e colaboração, em especial Adriano Santana e Anny Kelly.

Enfim, a todos aqueles que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

“Tudo é possível a quem crê”

Jesus Cristo

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivo geral	2
1.2. Objetivos específicos	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Mangaba	4
2.2. Caracterização físico-química	5
2.2.1. Umidade e sólidos totais	6
2.2.2. pH	7
2.2.3. Sólidos solúveis totais (°Brix)	7
2.2.4. Cinzas	8
2.2.5. Ácido ascórbico	8
2.2.6. Acidez total titulável	10
2.2.7. Açúcares	11
2.2.8. Cor	12
2.3. Secagem	13
2.3.1. Secagem em camada de espuma	15
2.3.2. Curvas de secagem	17
2.4. Aditivos	19
2.4.1. Emulsificante	19
2.4.2. Espessante	20
2.4.3. Estabilizantes	21
2.5. Isotermas de adsorção de umidade	21
2.6. Embalagem	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1. Matéria-prima	26
3.2. Características químicas, físico-químicas e físicas	26
3.2.1. Umidade/Sólidos totais	26

3.2.2. Ácido ascórbico	26
3.2.3. pH	27
3.2.4. Acidez total titulável	27
3.2.5. Açúcares redutores	27
3.2.6. Resíduo mineral fixo (cinzas)	27
3.2.7. Sólidos solúveis totais (°Brix)	27
3.2.8. Densidade	27
3.2.9. Cor	28
3.3. Secagem em camada de espuma	28
3.4. Cinética de secagem	29
3.5. Armazenamento	31
3.6. Análise Estatística	31
3.7. Isotermas de adsorção de umidade	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1. Caracterização da matéria-prima e da polpa formulada	35
4.2. Cinética de secagem	38
4.3. Isotermas de adsorção de umidade das formulações em pó	43
4.4. Caracterização da mangaba em pó	52
4.5. Armazenamento das formulações em pó	55
4.5.1. Umidade	55
4.5.2. pH	62
4.5.3. Ácido ascórbico	67
4.5.4. Acidez total titulável	72
4.5.5. Açúcares redutores	76
4.5.6. Cinzas	80
4.5.7. Luminosidade (L^*)	83
4.5.8. Intensidade de vermelho ($+a^*$)	85
4.5.9. Intensidade de amarelo (b^*)	86
5. CONCLUSÕES	88
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
7. APÊNDICE	110

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Características físico-químicas dos frutos de mangabeira (<i>Hancornia speciosa</i>) da região do Conde, BA	5
Tabela 4.1. Valores médios dos parâmetros químicos e físico-químicos da polpa de mangaba integral e da polpa de mangaba formulada com aditivos	35
Tabela 4.2. Parâmetros dos modelos ajustados às curvas da cinética de secagem da polpa de mangaba formulada e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e desvios quadráticos médios (DQM)	40
Tabela 4.3. Valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_e) da mangaba em pó obtida a 50 °C	43
Tabela 4.4. Valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_e) da mangaba em pó obtida a 60 °C	44
Tabela 4.5. Valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_e) da mangaba em pó obtida a 70 °C	44
Tabela 4.6. Parâmetros dos modelos ajustados às isotermas de adsorção de umidade da mangaba em pó desidratada a 50 °C	47
Tabela 4.7. Parâmetros dos modelos ajustados às isotermas de adsorção da mangaba em pó desidratada a 60 °C	48
Tabela 4.8. Parâmetros dos modelos ajustados às isotermas de adsorção da mangaba em pó desidratada a 70 °C	49
Tabela 4.9. Caracterização físico-química das amostras de mangaba em pó	53
Tabela 4.10. Valores médios de umidade (%) da mangaba em pó seca a 50 °C, armazenada em dois tipos de embalagem	57
Tabela 4.11. Valores médios de umidade (%) da mangaba em pó seca a 60 °C e armazenada em dois tipos de embalagem	58
Tabela 4.12. Valores médios da umidade (%) da mangaba em pó, seca a 70 °C, armazenada em dois tipos de embalagem	60
Tabela 4.13. Equações de regressão propostas para o cálculo da umidade da mangaba em pó, obtida a 50, 60 e 70 °C, em função do tempo de armazenamento	61
Tabela 4.14. Valores médios do pH da mangaba em pó seca a 50 °C, armazenada em dois tipos de embalagem	63

Tabela 4.15. Valores médios do pH da polpa da mangaba em pó seca a 60 °C, armazenada em dois tipos de embalagem	64
Tabela 4.16. Valores médios do pH da polpa da mangaba em pó seca a 70 °C, armazenada em dois tipos de embalagem	66
Tabela 4.17. Equações de regressão propostas para o cálculo do pH da mangaba em pó obtida a 50, 60 e 70 °C, armazenada em dois tipos de embalagem	67
Tabela 4.18. Valores médios do ácido ascórbico (mg/100g) da mangaba em pó seca a 50 °C, armazenada em dois tipos de embalagem	68
Tabela 4.19. Valores médios do ácido ascórbico (mg/100g) da mangaba em pó seca a 60 °C, armazenada em dois tipos de embalagens	69
Tabela 4.20. Valores médios do ácido ascórbico (mg/100g) da mangaba em pó seca a 70 °C, armazenada em dois tipos de embalagem	70
Tabela 4.21. Equações de regressão propostas para a predição do teor de ácido ascórbico (mg/100g) da mangaba em pó em função do tempo de armazenamento	71
Tabela 4.22. Valores médios da acidez total titulável (% ácido cítrico) da mangaba em pó seca a 50 °C, armazenada em dois tipos de embalagem	73
Tabela 4.23. Valores médios da acidez total titulável (% ácido cítrico) da mangaba em pó seca a 60 °C, armazenada em dois tipos de embalagem.....	74
Tabela 4.24. Valores médios da acidez total titulável (% ácido cítrico) da mangaba em pó seca a 70 °C, armazenada em dois tipos de embalagem	75
Tabela 4.25. Equações de regressão propostas para a predição da acidez total titulável (% ácido cítrico) da mangaba em pó, ao longo do armazenamento	76
Tabela 4.26. Valores médios dos açúcares redutores (% de glicose) da mangaba em pó a 50 °C, armazenada em dois tipos de embalagem	77
Tabela 4.27. Valores médios dos açúcares redutores (% de glicose) da polpa da mangaba em pó a 60 °C, armazenada em dois tipos de embalagem	78

Tabela 4.28. Valores médios dos açúcares redutores (% de glicose) da polpa da mangaba em pó a 70 °C, armazenada em dois tipos de embalagem	79
Tabela 4.29. Equações de regressão propostas para a predição do teor de açúcares redutores (% glicose) da polpa da mangaba em pó, ao longo do armazenamento	80
Tabela 4.30. Valores médios das cinzas da mangaba em pó a 50 °C armazenada em dois tipos de embalagem	81
Tabela 4.31. Valores médios das cinzas da polpa da mangaba em pó a 60 °C armazenada em dois tipos de embalagem	82
Tabela 4.32. Valores médios das cinzas da polpa da mangaba em pó a 70°C armazenada em dois tipos de embalagem	83
Tabela 4.33. Valores médios da luminosidade (L*) da mangaba em pó desidratada a 50, 60 e 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	85
Tabela 4.34. Valores médios da intensidade de vermelho (+a*) da mangaba em pó desidratada a 50, 60 e 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	86
Tabela 4.35. Valores médios da intensidade de amarelo (+b*) da mangaba em pó desidratada a 50, 60 e 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1. Fluxograma das etapas para a secagem em camada de espuma da polpa de mangaba	29
Figura 3.2. Embalagem Laminada 1 e 2	31
Figura 4.1. Curvas de secagem da polpa de mangaba formulada nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C	39
Figura 4.2. Curvas de secagem da formulação com aditivos para temperatura de 50 °C, com ajuste pelos modelos de Cavalcanti Mata, Henderson & Pabis e Page	41
Figura 4.3. Curvas de secagem da formulação com aditivos para temperatura de 60 °C, com ajuste pelos modelos de Cavalcanti Mata, Henderson & Pabis e Page	42
Figura 4.4. Curvas de secagem da formulação com aditivos para temperatura de 70 °C, com ajuste pelos modelos de Cavalcanti Mata, Henderson & Pabis e Page	42
Figura 4.5. Isotermas de adsorção de umidade da mangaba em pó, desidratada a 50 °C, ajustadas pelo modelo de Peleg	50
Figura 4.6. Isotermas de adsorção de umidade da mangaba em pó, desidratada a 60 °C, ajustadas pelo modelo de Peleg	51
Figura 4.7. Isotermas de adsorção de umidade da mangaba em pó, desidratada a 70 °C, ajustadas pelo modelo de Peleg	52



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

Dissertação de Mestrado: **Secagem e armazenamento de polpa de mangaba**

Autor: **Jozan Medeiros**

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

Prof. Alexandre José de Melo Queiroz

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de se produzir mangaba em pó pelo método de secagem em camada de espuma, utilizando-se diferentes temperaturas, e avaliar sua estabilidade durante o armazenamento a temperatura ambiente, acondicionada em dois tipos de embalagem laminada. As espumas, produzidas a partir da polpa de mangaba integral com adição de um emulsificante e um estabilizante, foram desidratadas em estufa com circulação de ar nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, sendo os modelos de secagem de Cavalcanti Mata, Henderson & Pabis e Page ajustados aos dados experimentais da secagem. O material seco foi triturado para obtenção das amostras em pó. A polpa de mangaba integral e a polpa formulada foram caracterizadas quanto a umidade, sólidos totais, pH, sólidos solúveis totais (°Brix), cinzas, ácido ascórbico, acidez total titulável, açúcares redutores, cor e densidade. Determinaram-se as isotermas de adsorção de umidade da mangaba em pó, nas temperaturas de 20, 25 e 30 °C e ajustou-se os modelos de GAB, Peleg e Oswin, aos dados experimentais. A mangaba em pó foi armazenada durante 180 dias e avaliada a cada 30 dias, quanto à evolução da umidade, pH, cinzas, ácido ascórbico, acidez total titulável, açúcares redutores e cor. A incorporação de aditivos à polpa integral resultou em acréscimo no teor de sólidos solúveis totais, redução nos teores de sólidos totais, cinzas, ácido ascórbico, acidez total titulável e açúcares redutores e manutenção do pH. Dos modelos utilizados para o ajuste da cinética de secagem da polpa formulada, o de Cavalcanti Mata mostrou os maiores coeficientes de determinação (R^2), representando melhor os dados observados. Obtiveram-se os melhores ajustes aos dados das isotermas de adsorção de umidade da mangaba em pó utilizando-se o modelo de Peleg. Durante o armazenamento da mangaba em pó constatou-se, nas duas embalagens, tendência de aumento com o tempo de estocagem da umidade e do pH; o ácido ascórbico, acidez total titulável, açúcares redutores, luminosidade e intensidade de amarelo, sofreram reduções com o tempo e a fração de cinzas se manteve estável.

Palavras-chave: *Hancornia speciosa*, secagem em camada de espuma, isotermas.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico e a demanda dos mercados reforçam, hoje, o interesse dos países latino-americanos para as frutas em geral e as frutas nativas, em particular; essas frutas apresentam sabores *sui generis*, elevados teores de açúcares, proteínas, vitaminas e sais minerais e podem ser consumidas *in natura* e processadas (AVIDOS & FERREIRA, 2000).

A mangabeira (*Hancornia speciosa*, Gomez) apresenta uma variabilidade apreciável devido à diversidade de ambientes que ocupa. Grande variabilidade tem sido observada na altura da planta, conformação da copa, época de floração e, sobretudo, no tamanho dos frutos, provenientes de diferentes regiões; além disso, é enorme a variação quanto ao número de sementes (LEDERMAN et al., 2000). A mangaba, também denominada manguaba, tembiú e tembiucatu, geralmente frutifica nos meses de abril e maio porém, pelo fato de apresentar florescimentos temporões, é comum se observar a ocorrência de frutos na planta, praticamente durante todo o ano (FERREIRA, 1973).

Esta frutífera vem apresentando grande potencial para exploração no segmento de frutas tropicais; no Brasil, está distribuída nas regiões Centro Oeste, Sudeste, Norte e Nordeste, com maior abundância nas áreas de tabuleiros e baixadas litorâneas do Nordeste em razão das suas características edafoclimáticas propícias ao cultivo dessa cultura, onde se encontra quase a totalidade da produção nacional. Seus frutos são bastante apreciados, tendo boa digestibilidade e valor nutritivo, com teor de proteínas (1,3 a 3,0%) superior ao da maioria das frutíferas (ESPÍNDOLA, 1999). Na Paraíba, encontra-se predominantemente na zona da Mata Paraibana, com maior frequência nas áreas compreendidas pelas mesorregiões de João Pessoa e dos Litorais Norte e Sul (AGUIAR FILHO et al., 1998).

De acordo com FERREIRA (1973), a mangabeira produz látex de boa qualidade podendo ser utilizado na fabricação de borracha e, ainda, na farmacologia; seu fruto é o principal produto que, além do consumo *in natura*, é utilizado na produção de doces, xaropes, compotas, vinho, vinagre, licor, geléia e, principalmente suco e sorvete (AGUIAR FILHO et al., 1998; ALMEIDA et al., 1998; NAVES, 1999; VIEIRA NETO, 1994).

Em temperatura ambiente, o fruto maduro é muito perecível durando, no máximo, 3 a 4 dias, mesmo quando colhido em estágio de maturação meio-maduro. De acordo com MAIA et al. (1998) é comum se verificar, durante a safra, perda de parte da produção em

razão do excesso de maturação e pela ausência de infra-estrutura para conservação adequada.

A qualidade pós-colheita dos frutos está relacionada com a minimização da taxa de deterioração; com isto, métodos de conservação vêm sendo aliados ao uso de aditivos, adicionados intencionalmente aos produtos alimentícios, os quais melhoram ou realçam características tais como aparência, odor, cor, sabor, textura, umidade e também a segurança, evitando que bactérias ou reações enzimáticas deteriorem o alimento rapidamente ou possam vir a causar dano à saúde do consumidor (CALIL & AGUIAR, 1999).

Em razão da importância de prolongar a vida útil com maior manutenção de sua qualidade e do tempo de armazenagem de polpas de frutas, emprega-se a secagem com o objetivo principal de diminuir a quantidade de água existente na polpa impedindo, conseqüentemente, a deterioração e perdas do valor comercial do produto (GALDINO et al., 2003); no entanto, dentre os métodos de secagem utilizados para a conservação de polpa de frutas, o processo de secagem em camada de espuma tem sido utilizado com sucesso; este processo é dividido em três etapas: produção do suco ou polpa em forma de espuma estável, utilizando-se aditivos; secagem do produto em camada fina até desidratação final e desintegração da massa seca em escamas e, finalmente, em pó (TRAVAGLINI, 2001; UBOLDI, 1971).

1.1. Objetivo geral

Este trabalho foi realizado com o objetivo de se produzir mangaba em pó pelo método de secagem em camada de espuma utilizando-se diferentes temperaturas e armazenar o produto obtido.

1.1.1. Objetivos específicos

- Caracterizar, química e físico-quimicamente, a polpa de mangaba integral, formulada e em pó.
- Secar a polpa de mangaba formulada nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, determinando suas curvas de secagem.

- Determinar as isotermas de adsorção de umidade da mangaba em pó nas temperaturas de 20, 25 e 30 °C.
- Armazenar a mangaba em pó em dois tipos de embalagem laminada, durante 180 dias, a temperatura ambiente, analisando a evolução de suas características.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Mangaba

As frutas mais importantes do ponto de vista econômico têm participação muito significativa no cenário agrícola do Nordeste, dentre as quais se pode ressaltar a mangaba, o abacaxi, o caju, a banana, a manga, a goiaba, o coco, o mamão, a graviola, o cajá e o maracujá. A mangaba é muito apreciada na região Nordeste em virtude de apresentar ótimo aroma e sabor, boa digestibilidade e alto valor nutritivo, com teor de proteínas superior ao de grande parte das frutíferas (PARENTE et al., 1985). Apesar desse crescente interesse, a mangaba continua a ser uma cultura essencialmente extrativista e, salvo algumas raras exceções, não existem, ainda, pomares organizados ou implantados com a finalidade de exploração racional para a produção de frutos. A mangaba, juntamente com o cajá, o umbu, a ciriguela, a jaca, o bacuri, o açai, a pupunha e outras, constitui um grupo de frutas que, apesar de toda a sua potencialidade, são apenas conhecidas e disseminadas em seus centros de diversidade e áreas de ocorrência espontânea (LEDERMAN & BEZERRA, 2003).

Pertencente à família *Apocinaceae*, gênero *Hancornia* e espécie *speciosa*, a mangaba é muito consumida no Brasil, de onde é originária, ocorrendo em diversos ecossistemas, como Amazônico, Mata Atlântica e Cerrado. A mangabeira apresenta maior diversidade, especialmente, nas áreas dos Tabuleiros Costeiros, Baixadas Litorâneas e áreas de Cerrado.

No Brasil, a mangabeira é uma planta que tem uma importância social e econômica considerável, seja como frutífera, melífera, alimentícia, madeireira, produtora de látex e para aplicação medicinal; esta espécie ocorre espontaneamente em quase todas as regiões, tendo como provável centro de dispersão o Nordeste (ÁVIDOS & FERREIRA, 2000; FRANCO et al., 2003; SOUZA et al., 2001). Típica da faixa litorânea Nordestina, sua população vem sendo drasticamente reduzida, juntamente com o restante da vegetação nativa devido à especulação imobiliária e ao desmatamento para o cultivo de monoculturas, principalmente coqueiro, cana-de-açúcar e pastagens (VIEIRA, 1998).

A mangabeira é uma árvore perene, latescente, de porte médio variando entre 2 e 10 m de altura; possui raiz pivotante profunda, circundada de raízes secundárias bem desenvolvidas, dispostas obliquamente em relação à principal, e sua amplitude varia segundo as condições físicas do solo; o caule se desenvolve de forma ereta, com casca

ligeiramente escura, de aparência fissurada ou íntegra; possui folhas simples, oposta, oval ou lanceolada, peciolada, glabra, de consistência cioríacea; a flor é hermafrodita gêmea ou trigêmea no ápice dos râmulos, branca, campanulada e aromática; androceu dotado de cinco estames e epipétalos, anteras lanceoladas de filetes curtos e deiscência rimosa; gineceu com ovário pequeno, unicarpelar, dotado de muitos óvulos, estilete longo com estigma em carretel; o fruto é uma baga elipsoidal, carnosa, com número de semente variável, coloração amarela ou esverdeada, com pigmentação avermelhada; a semente é discóide, achatada, com 7-8 mm de diâmetro, cor castanho-claro, rugosa, com hilo central (AGUIAR FILHO et al., 1998). A mangaba apresenta alto rendimento de polpa, na ordem de 93,7%, favorecendo seu processamento (VIEIRA NETO, 2001).

De acordo com VIEIRA NETO (1994), inúmeras famílias têm, na colheita e comercialização da mangaba, uma importante ocupação e fonte de renda. As feiras livres podem ser consideradas os principais locais de comercialização da mangaba *in natura*, onde é vendida pelos agricultores ou por intermediários (AROLA, 1982).

Estão expostos, na Tabela 2.1, valores das características físico-químicas dos frutos da mangabeira.

Tabela 2.1. Características físico-químicas dos frutos de mangabeira (*Hancornia speciosa*) da região do Conde, BA

Parâmetro	Valor
pH	3,6
Acidez total (%)	1,48
Sólidos solúveis totais (°Brix)	13,8
Açúcares totais (%)	9,3
Açúcares redutores (%)	7,4
Ácido ascórbico (mg/100g)	103,5

Fonte: CARVALHO et al. (2006)

2.2. Caracterização físico-química

Nos últimos anos tem crescido bastante o interesse do consumidor em alimentos específicos que tenham seu papel na manutenção da saúde (LOBO & SILVA, 2003).

A qualidade interna das polpas, em geral, e suas características, são conferidas por um conjunto de constituintes físico-químicos e químicos, responsáveis pelo sabor e aroma

próprios, importantes na sua aceitação final. A determinação desses constituintes, além de caracterizar a matéria-prima também é utilizada no controle de qualidade do produto final (BRASIL, 2000). Sabe-se que as condições climáticas, estágio de maturação, variedade e nutrição mineral das plantas, exercem influência na composição química dos frutos (THÉ et al., 2001).

2.2.1. Umidade e sólidos totais

A determinação da umidade é o ponto de partida da análise de alimentos, sendo de grande importância uma vez que a preservação do alimento depende da sua quantidade de água e, além disso, quando se compara o valor nutritivo de dois ou mais alimentos, tem-se que levar em consideração os respectivos teores de umidade (MORETTO et al., 2002).

Para OLIVEIRA et al. (1999) a umidade de um alimento está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição e pode afetar a sua vida útil, o tipo de embalagem e o processamento; por sua vez, os sólidos totais são obtidos pela diferença entre a massa total da amostra e o conteúdo de umidade.

Todos os alimentos, qualquer que seja o método de industrialização a que tenham sido submetidos, contêm água em maior ou menor proporção; geralmente, a umidade representa a água contida no alimento. A umidade corresponde à perda em peso, sofrida pelo produto quando aquecido em condições nas quais a água é removida. Na realidade, não é somente a água a ser removida, mas outras substâncias que se volatilizam nessas condições. O resíduo obtido no aquecimento direto é chamado resíduo seco (BRASIL, 2005).

A umidade de um alimento é de grande importância por razões diversas, porém, sua determinação precisa é muito difícil, uma vez que a água ocorre nos alimentos de três diferentes maneiras: água ligada, água disponível e água livre. A técnica gravimétrica com o emprego de calor é a mais utilizada e se baseia na determinação da perda de peso do alimento que se decompõe e só então iniciam transformações a temperatura de 105 °C (ALDRIGUE et al., 2002).

2.2.2. pH

De acordo com LEITÃO (1980) o pH é uma característica intrínseca do alimento, de fundamental importância na limitação dos tipos de microrganismos, capazes de se desenvolver e na maior ou menor facilidade de conservação.

Vários fatores tornam importante, a determinação do pH de um alimento, tais como influência na palatabilidade, desenvolvimento de microrganismos, escolha da temperatura de esterilização, escolha da embalagem que será utilizada para o alimento, escolha do tipo de material de limpeza e desinfecção, escolha do equipamento com o qual se vai trabalhar na indústria, escolha de aditivos e vários outros (CHAVES, 1993).

Conforme CHITARRA & CHITARRA (1990) a capacidade reguladora de alguns sucos pode levar a grande variação na acidez total titulável sem que isto afete muito grandemente o pH; esses pesquisadores relataram, ainda, que uma pequena variação nos valores do pH é facilmente detectável em testes sensoriais.

2.2.3. Sólidos solúveis totais (°Brix)

Os sólidos solúveis totais (°Brix) são usados como índice de maturidade para alguns frutos e indicam a quantidade de substâncias que se encontram dissolvidas no suco sendo constituído, na sua maioria, de açúcares e, em menor quantidade, por sais, proteínas, ácidos etc. (ALVES, 1996; MORAES, 2007).

A determinação dos sólidos solúveis totais (°Brix) pode ser feita com instrumentos de leitura direta (refratômetro) ou indireta (densímetro de °Brix). Quando se utiliza o refratômetro, a determinação do °Brix consiste em colocar uma a duas gotas do material entre os prismas do refratômetro fazendo-se, a seguir, a leitura direta em °Brix (CARVALHO et al., 1990).

O °Brix é utilizado na agroindústria para intensificar o controle da qualidade do produto final, controle de processos, ingredientes e outros, tais como doces, sucos, néctar, polpas, leite condensado, álcool, açúcar, sorvetes, licores e bebidas em geral, entre outros (CHAVES et al., 2004).

2.2.4. Cinzas

Conforme BRASIL (2005), resíduo por incineração ou cinzas é o nome dado ao resíduo obtido por aquecimento de um produto em temperatura próxima a 550-570 °C; nem sempre este resíduo representa toda a substância inorgânica presente na amostra, pois alguns sais podem sofrer redução ou volatilização nesse aquecimento. Uma análise global da composição das cinzas nos diferentes tipos de alimentos, além de trabalhosa, não é de interesse igual ao da determinação de certos componentes, conforme a natureza do produto.

As cinzas (resíduo mineral fixo) em alimentos, se referem ao resíduo inorgânico que resta da queima da matéria orgânica, sendo transformados em CO₂, H₂O e NO₃ (NORONHA, 2002).

A determinação de cinzas é considerada medida geral de qualidade, além de ser utilizada frequentemente como critério na identificação de alimentos (OLIVEIRA et al., 1999). Fornece apenas uma indicação da riqueza da amostra em elementos minerais (cátions: cálcio, potássio, magnésio, ferro, cobre, cobalto, alumínio; e ânions: sulfato, cloreto, silicato, fosfato etc.); assim sendo, a cinza de material, tanto de origem vegetal como animal, é o ponto de partida para a análise de minerais específicos (MORETTO et al., 2002).

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

2.2.5. Ácido ascórbico

As frutas e vegetais são responsáveis por 95% das fontes de ácido ascórbico da alimentação humana, sendo este ácido um dos mais importantes nutrientes encontrados nesses alimentos (HENSHALL, 1981).

De acordo com ALDRIGUE et al. (2002), o ácido ascórbico (vitamina C) tem função imprescindível devido à sua ação fortemente redutora; é largamente empregado como agente antioxidante para estabilizar a cor e o aroma dos alimentos; além do emprego como conservante, o ácido ascórbico é utilizado para enriquecimento de alimentos ou restauração, a níveis normais, do valor nutricional perdido durante o processamento.

O ácido ascórbico é encontrado em concentrações razoáveis em todas as plantas superiores. Os vegetais verdes frescos e as frutas cítricas, são considerados fontes extremamente ricas de vitamina C; a principal causa da sua degradação reside nas oxidações aeróbicas ou anaeróbicas em que ambas levam à formação de furaldeídos, compostos que polimerizam facilmente, com formação de pigmentos escuros; é também rapidamente destruída pela ação da luz (BOBBIO & BOBBIO, 1985).

Segundo LEE & KADER (2000) a vitamina C é definida como um termo genérico para todos os compostos, apresentando atividade biológica do ácido ascórbico (AA). Esses autores ainda relatam que o ácido ascórbico é a principal forma biologicamente ativa; contudo, o ácido deidro-ascórbico (ADHA), que é um produto oxidado, também demonstra atividade biológica, em que esse produto oxidado pode ser facilmente revertido para AA no corpo humano.

Dentre as vitaminas, a vitamina C (ácido ascórbico) é a que mais se altera no armazenamento a temperatura ambiente, pois o tempo e a temperatura ambiente influenciam na sua degradação, ocorrendo oxidação na presença do oxigênio do ar (LEDERER, 1991).

Segundo RIGHETTO (2003), o processo de degradação do ácido ascórbico pode se dar tanto no processo aeróbico quanto por um anaeróbico. BLASCO et al. (2004) ao estudarem a cinética de degradação térmica do ácido ascórbico em cogumelos observaram que a degradação do ácido ascórbico foi quatro vezes maior para o estágio aeróbico em relação ao anaeróbico.

O ácido ascórbico é uma vitamina que, durante os processos térmicos, tende a decrescer, especialmente durante o processo de secagem. ERENTURK et al. (2005) relataram que o aumento de temperatura, a redução do pH, a oxidação catalisada pelo oxigênio e/ou íons metálicos (ferro e cobre) e o conteúdo de umidade inicial, como sendo os principais fatores responsáveis pela degradação da vitamina C.

Segundo BRASIL & GUIMARÃES (1998), a maior perda de vitamina C se dá com o aquecimento dos alimentos; de modo geral, sua estabilidade é aumentada com o abaixamento da temperatura, procedimento que não evita as possíveis perdas no congelamento ou armazenamento a baixas temperaturas.

2.2.6. Acidez total titulável

Segundo CARVALHO et al. (1990) a acidez total (fixa e volátil) em alimentos é resultante dos ácidos orgânicos do próprio alimento, dos adicionados intencionalmente durante o processamento e daqueles resultantes de alterações químicas do produto; portanto, a determinação da acidez total pode fornecer dados valiosos na apreciação do processamento e do estado de conservação do alimento.

Em produtos hortícolas a acidez é atribuída sobretudo aos ácidos orgânicos que se encontraram dissolvidos nos vacúolos das células, tanto na forma livre como combinada com sais, ésteres, glicosídeos etc. Em alguns produtos, os ácidos orgânicos não só contribuem para a acidez como, também para o aroma característico, visto que alguns elementos são voláteis (CHITARRA & CHITARRA, 2000).

Conforme CIABOTTI et al. (2000) através da determinação da acidez total de um alimento é possível se obter informações dos ácidos orgânicos existentes no alimento, dos adicionados propositadamente e também daqueles provenientes das alterações químicas dos mesmos.

A determinação desse parâmetro pode fornecer um dado valioso na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Um processo de decomposição seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, quase sempre altera a concentração dos íons de hidrogênio. Os métodos de determinação da acidez podem ser os que avaliam a acidez titulável ou fornecem a concentração de íons de hidrogênio livres, por meio do pH. Os métodos que avaliam a acidez titulável se resumem em titular com soluções de álcali padrão a acidez do produto ou de soluções aquosas ou alcoólicas do produto (BRASIL, 2005).

No geral, os teores de acidez não excedem 1,5 a 2,0%, com raras exceções, como o limão, que pode conter teor acima de 3%, mas alguns frutos podem apresentar acidez muito baixa. Nos frutos cítricos o teor de acidez na casca é inferior ao da polpa. A acidez é usualmente calculada com base no principal ácido presente, expressando o resultado como percentagem de acidez titulável e nunca total, devido aos componentes ácidos voláteis que não são detectados (FRANCO, 1998).

2.2.7. Açúcares

Açúcares são geralmente sólidos cristalinos, incolores e têm sabor doce; são os compostos naturais com sabor doce mais conhecido e, entre eles, a sacarose é um dos adoçantes mais antigos uma vez que os primeiros documentos escritos encontrados já fazem referência a este composto (BOBBIO & BOBBIO, 1985).

GOMES et al. (2002) relataram que os açúcares solúveis presentes nos frutos na forma combinada são responsáveis pela doçura, sabor e cor atrativos como derivados das antocianinas e pela textura, quando combinados adequadamente polissacarídeos estruturais.

Os frutos carnosos têm, como característica comum, riqueza em açúcares e acidez relativamente elevada; as pentoses e mais concretamente as riboses são açúcares redutores mais reativos; já as hexoses (glicose, frutose) são um pouco menos reativas e os dissacarídeos redutores (lactose, maltose) menos ainda (OLIVEIRA et al., 1999). FERREIRA et al. (2000) mencionaram que entre os carboidratos se encontram em primeiro lugar os açúcares que podem ser considerados as principais substâncias das frutas. Os diversos grupos de frutas contêm a seguinte quantidade de açúcares: frutas com sementes de 8 a 15%; frutas com caroço de 6 a 12%; uvas de 13 a 20% e as diversas espécies de laranja, de 3 a 13%.

Segundo CHITARRA (1998) os principais açúcares encontrados nos frutos são a glicose (açúcar total), a frutose (açúcar redutor) e a sacarose (açúcar não-redutor), nos quais as concentrações variam dependendo da espécie e da cultivar. A determinação individual do teor desses açúcares é importante quando se deseja quantificar o grau de doçura do produto uma vez que o poder adoçante desses açúcares é variável; geralmente, o teor dos açúcares aumenta com a maturação dos frutos; sabe-se, ainda, que os açúcares solúveis presentes nos frutos, na forma livre ou combinada, são responsáveis pela doçura, pelo sabor, através do balanço com os ácidos; pela cor atrativa, como derivados das antocianidinas e pela textura, quando combinados adequadamente com os polissacarídeos estruturais.

AWAD (1993) relatou que os frutos são uma fonte de energia e a concentração de açúcares na polpa da maioria deles é próximo a 10%, com vários tipos de fruta apresentando valores bem superiores (banana, manga, caqui e uva).

2.2.8. Cor

A qualidade de um alimento é um conjunto de características que determinam o seu grau de aceitabilidade; tal qualidade é resultante da soma de certos atributos, tais como cor, sabor, odor e textura (MONTE et al., 2002). Na agricultura, são vários os produtos em que a cor está estritamente associada à qualidade, constituindo freqüentemente um critério de apreciação da qualidade desses produtos (VIEIRA et al., 2001).

A aparência de um alimento concorre muito para a sua aceitabilidade, razão pela qual a cor, talvez, seja a propriedade mais importante dos alimentos, tanto dos naturais como dos processados. A cor em alimentos resulta da presença de compostos coloridos já existentes no produto natural (pigmentos naturais) ou da adição de corantes sintéticos (BOBBIO & BOBBIO, 1992).

Conforme CARDOSO et al. (1997) a cor é uma percepção visual resultante da detecção da luz após interação com um objeto. O impacto visual gerado pela cor muitas vezes se sobrepõe ao causado por outros atributos de aparência e odor.

A coloração nas frutas e nos vegetais é atribuída principalmente aos pigmentos de clorofilas, carotenóides e antocianinas, as quais são responsáveis pela coloração verde, vermelho-amarelado e vermelho e azul-púrpura, respectivamente (ARTÉS et al., 2002).

Sabe-se que a cor dos frutos e os vegetais frescos ou recém-processados sofrem diversas mudanças indesejáveis durante o armazenamento, que são muito prejudiciais para a qualidade do alimento e, portanto, para sua aceitabilidade; essas mudanças se manifestam de forma mais acentuada a temperatura e umidade relativa elevadas. De vários fatores estudados o controle da temperatura de armazenamento é o que incrementa, de forma mais significativa a estabilidade da cor (ALONSO, 2003).

OLIVEIRA et al. (2003) relataram que, apesar da importância da avaliação da cor, muitas vezes este parâmetro não é devidamente estudado devido à necessidade de equipamentos específicos e de preço elevado; além disso, no caso de produtos que apresentem superfícies pouco uniformes, medidas pontuais como as realizadas por colorímetros podem exigir um grande número de determinações e/ou não representar, de forma adequada as características do produto.

De acordo com CHAVES (2004), a coloração dos alimentos é estudada pela colorimetria, que é a ciência que estuda e quantifica como o sistema humano percebe a cor, na tentativa de especificá-la numericamente.

A cor é a resposta do olho humano à luz refletida por qualquer substância; fisicamente, a cor é uma característica da luz, mensurável em termos de intensidade (energia radiante) e comprimento de onda; surge da presença de luz, sendo em maior intensidade em alguns comprimentos de onda que em outros; ocasionalmente, a inspeção visual dos alimentos tem oferecido resultados errôneos em virtude da fonte de luz não emitir energia radiante suficiente, dentro dos valores críticos de comprimento de onda (CHAVES, 1994).

A cor é uma percepção visual resultante da detecção da luz após interação com um objeto; no sistema CIELAB é descrita por um diagrama tridimensional em que onde o espaço é definido pelas coordenadas retangulares, luminosidade (L^*), componente vermelho-verde (a^*) e componente amarelo-azul (b^*), e pelas coordenadas cilíndricas do mesmo espaço, croma (C^*) e tonalidade cromática (H^*) (LAWLESS & HEYMANN, 1998).

2.3. Secagem

A secagem é uma operação de fundamental importância na produção agrícola e, quando executada corretamente, possibilita a manutenção da qualidade dos produtos e cria condições para que se conserve por longos períodos; isto é possível porque, com a redução do teor de água, a atividade metabólica do produto é reduzida e, conseqüentemente, as condições se tornam menos favoráveis ao desenvolvimento dos microrganismos (ROSSI & ROA, 1980); em geral, este processo envolve, simultaneamente, transferência de calor e massa e a taxa de remoção de água é determinada pela taxa na qual o calor e a massa possam ser transferidos (BROOKER et al., 1992).

LIMA et al. (2000) relataram que a remoção de umidade previne o crescimento e a reprodução de microrganismos que causam deterioração e minimizam reações oriundas de umidades elevadas; aliada a isto está a redução de peso e volume que, por sua vez, diminuem a embalagem, o volume de armazenagem e o custo de transporte do produto, temperatura ambiente.

A desidratação, secagem ou dessecação, é definida como a extração deliberada da água que os alimentos contêm sob condições de temperatura, umidade e corrente de ar cuidadosamente controladas (CRUESS, 1973; PEREDA, 2005); já de acordo com KEYEY (1972) a secagem é reconhecida como a remoção de uma substância volátil (comumente, mas não exclusivamente, água) de um produto sólido, isto é, a operação na qual a atividade

de água de um alimento é diminuída pela remoção de água através da sua vaporização. A água presente no sólido é chamada umidade; portanto, a secagem é caracterizada pela evaporação da água do material biológico.

A secagem é um dos processos disponíveis para a aplicação na indústria de polpas de fruta, a qual concentra os princípios da matéria-prima e habilita o produto para o armazenamento em condições ambientais, por longos períodos (GOMES et al., 2004).

De acordo com PARK et al. (2002) percebe-se um fortalecimento da secagem de produtos agropecuários devido à retomada da discussão da recuperação da qualidade de vida, que insere a importância de preparo de refeições saudáveis mas com limitações do tempo imposto pela vida moderna; outro fator é a crescente demanda das indústrias que produzem alimentos chamados instantâneos (prontos e semiprontos) que utilizam alimentos secos como matéria-prima. A facilidade de manuseio e de armazenagem dos produtos secos também é um importante fator no atual mundo globalizado; além disso, os alimentos secos retomam seu mercado devido ao preço compatível com os alimentos processados, denominados “pratos-prontos”.

Dentre as diversas técnicas de secagem que podem ser usadas na desidratação de alimentos, a escolha é orientada pela natureza do material a ser desidratado, pela forma que se deseja dar ao produto processado, pelo fator econômico e pelas condições de operação (EVANGELISTA, 1994).

Dos inúmeros métodos destinados à desidratação de alimentos, existem desde os mais avançados direcionados à produção em grande escala aos mais simples direcionados, ao pequeno produtor, como desidratação solar, sala de secagem, forno doméstico e estufa (CRUZ, 1990).

A desidratação, além de ser utilizada como um método de conservação, impedindo a deterioração e perda do valor comercial, objetiva também o refinamento do alimento, tendo como consequência a instalação de um novo produto no mercado o que, usualmente, vem motivando os investimentos de produção e beneficiamento agrícola, face aos benefícios monetários que derivam da transformação do produto (UNIFEM, 1989).

Segundo EVANGELISTA (1992) produtos submetidos secagem necessitam, nas fases de transporte e armazenamento, de embalagem adequada a qual mantenha as características do produto obtidas na secagem.

2.3.1. Secagem em camada de espuma

O processo de secagem em camada de espuma (foam-mat drying) foi desenvolvido a primeira vez em 1959, por Artur Morgan Jr. e colaboradores, na “Western Utilization research and development division” do “U.S. Department of Agriculture”, em Albânia, Califórnia. Verificou-se que este processo podia ser aplicado com vantagem na produção de distintos materiais desidratados já que remove umidade de materiais sensíveis sob condições suaves (SILVA, 1971).

Este processo de secagem consiste, fundamentalmente, das seguintes etapas: produção de espuma estável, utilizando-se aditivos; secagem da espuma em camada fina; desintegração da massa seca em escamas e sua trituração, transformando o produto em pó.

De acordo com UBOLDI (1971) a formação de espumas leves e estáveis contendo sólidos pode ser facilitada pelo aumento da quantidade de sólidos solúveis, adição de aditivos ou por aumento de consistência, mantendo uma estrutura porosa aberta. A secagem em camada de espuma pode ser executada em diversos tipos de equipamentos simples e a espuma deve suportar todas as operações mecânicas necessárias ao processo, além de manter o seu volume e uma estrutura porosa durante a secagem, sendo desidratada a temperaturas relativamente baixas.

SPOTO (2006) utiliza neste processo, como aditivo, um estabilizante e a aeração (formação da espuma) é feita com ar ou nitrogênio agitando-se a formulação em batedeira elétrica. A espuma pode ser espalhada sobre uma esteira perfurada em uma camada de 2 a 3 mm secando rapidamente em dois estágios por correntes de ar, paralela e contracorrente; trata-se de um processo três vezes mais rápido que a desidratação de um líquido de mesma viscosidade. O pó produzido é de fluxo fácil e com boas propriedades de reidratação.

O ponto crítico do processo é a formação de espuma estável e de densidade adequada; normalmente, a densidade necessária para a espuma formada está na ordem de 0,6 g/mL, ou seja, consiste em uma dispersão de bolhas gasosas esféricas em uma fase líquida contínua, diferente da espuma formada por sabão, que é bem mais leve. Para que a estabilidade da espuma seja constante durante todo o processo de secagem é imprescindível que o líquido a ser desidratado contenha duas características essenciais: consistência e habilidade de formar filme (TRAVAGLINI et al., 2001).

A espuma produzida por esse tipo de secagem mantém seu volume resultando em uma massa porosa que pode ser facilmente quebrada passível, assim, de ser moída e transformada em pó fino, resultando em pós desidratados de alta qualidade e boa

estabilidade de armazenamento, que não requerem condições de refrigeração para o uso normal (UBOLDI, 1971).

Este processo mantém alta qualidade dos produtos, oferecendo grandes possibilidades comerciais, sendo aplicado em: café, suco de laranja, grapefruit, uva, carambola, abacaxi, umbu-cajá, coco, batata, alimento para crianças, leite, purês, ameixa, maçã, sopas, cremes, ovos, tomate e outros produtos instantâneos (UBOLBI, 1971, SOARES et al., 2001, VERNON-CARTER et al., 2001, SILVA et al., 2005).

Nesta técnica de secagem, segundo APENBURG (1971), uma das principais vantagens é a de permitir a obtenção de produtos de qualidade comparáveis aos obtidos pela secagem a vácuo ou pela liofilização, a custos industriais inferiores.

SEGURA et al. (1990) estudaram a secagem de suco de laranja, abacaxi, amora e maracujá pelo processo de secagem em camada de espuma empregando albumina de ovo como agente espumante e metil celulose como estabilizante. Cada um dos sucos mostrou comportamento diferente na secagem, de acordo com sua composição química. As frutas com alto teor de pectina, como a amora, formam purês de alta viscosidade que permitem a retenção do ar incorporado durante a agitação, sendo a espuma formada altamente estável. Os aditivos como albumina e metilcelulose gelificam por ação térmica e contribuem para a estabilização da espuma formada, sendo que a combinação de aditivos e a concentração de cada um depende da fruta em estudo.

SANKAT & CASTAIGNE (2004) desidrataram, em secador de cabine com fluxo cruzado, polpa de banana por este método de secagem em uma faixa de temperatura mais ampla variando de 45 a 90°C usando, como emulsificante e espessante: monoesterato de glicerol, proteína isolada de soja, gelatina e dois preparados comerciais (1- açúcar, amido de milho, monoesterato de propileno glicol; 2- hidroxipropil metilcelulose). Verificou-se que a polpa de banana pode ser seca com sucesso usando-se a proteína de soja, podendo o pó obtido ser usado em muitos alimentos, como ingrediente.

BASTOS et al. (2005) ao realizarem testes preliminares com os agentes estabilizantes de espuma carboxi-metil celulose, monoestearato de sorbitana (Tween 60), goma xantana e clara de ovo na secagem da polpa de manga em camada de espuma, verificaram que o Tween 60 forneceu uma espuma com as características mais adequadas quanto à estabilidade; posteriormente esses pesquisadores desidrataram a polpa de manga com adição de 0,02% de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ e 0,5% de Tween 60 (estabilizante de espuma) nas temperaturas de 70 e 85°C em estufa com circulação de ar, e verificaram que a polpa seca a 70 °C apresentou melhor aceitabilidade.

2.3.2. Curvas de secagem

A exigência dos consumidores tem aumentado e, produtos que preservam ao máximo suas características originais estão sendo preferidos; em nível industrial isto significa o desenvolvimento de operações que minimizem os efeitos adversos do processamento. Vários estudos sobre curvas de secagem e atividade de água têm sido realizados devido à sua influência na qualidade do produto desidratado. O conteúdo de umidade de um produto pode ser expresso em termos de massa total, base úmida ou massa seca. Ao entrar em contato com o ar quente ocorre transferência de calor do ar para o produto, devido ao gradiente de temperatura existente entre ambos. Simultaneamente, a diferença da pressão parcial do vapor de água existente entre o ar de secagem e a superfície do produto determina a transferência de massa do produto para o ar em forma de vapor de água (NOGUEIRA, 1991).

De acordo com CANO-CHAUCA et al. (2004), as curvas de secagem permitem prever o momento do processo em que se atinge o teor da umidade desejado e desta forma se obtém um produto de boa qualidade.

Existem inúmeros modelos utilizados para se estimar as curvas de secagem de produtos agrícolas, dentre eles se tem os modelos de Page (Eq. 2.1), Cavalcanti Mata (Eq. 2.2) e Henderson & Pabis (Eq. 2.3).

Page

O modelo de Page (DIAMANTE & MUNRO, 1993) é uma modificação do modelo exponencial com a introdução de um expoente “n” incorporado ao termo tempo (Eq. 2.1); este modelo tem sido usado por muitos pesquisadores na estimativa das curvas de secagem de produtos agrícolas; ele já havia sido usado com sucesso na predição das curvas de cinética de secagem de umbu nas temperaturas de 70, 80 e 90 °C com $R^2 > 0,99$ (SOUSA et al., 2000); de kiwi em cubos desidratados em temperaturas variando entre 30 e 90 °C com $R^2 > 0,99$ (SIMAL et al., 2005) e de fatias de cajá desidratado em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C com $R^2 > 0,99$ (SILVA et al., 2004).

$$Ru = \exp(-kt^n) \quad (2.1)$$

em que:

Ru – razão de umidade

k – constante da equação (1/h)

n – constante da equação

t – tempo (min)

Cavalcanti Mata

MATA (2005) propôs este modelo baseando-se na equação de Page e relatou que, de maneira geral, as curvas de secagem em camada fina não apresentam uma só curvatura; daí, a equação 2.2 permite que exista um ajuste melhor da curva aos dados experimentais.

$$Ru = a_1[\exp(-bt^{a_2})] + a_3.\exp(-bt^{a_4}) + a_5 \quad (2.2)$$

em que:

Ru – razão de umidade

a_1 , a_2 , a_3 , a_4 , a_5 e b – parâmetros da equação

t – tempo (min)

Henderson & Pabis

O modelo de Henderson & Pabis (HENDERSON & PABIS, 1961) foi usado com sucesso na estimativa das curvas de secagem da polpa de pitanga formulada com emulsificante, estabilizante e espessante desidratada em estufa com circulação forçada de ar nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C com $R^2 > 0,96$ (ALEXANDRE et al., 2006); ele também foi usado por MENGES & ERTEKIN (2006) na predição das curvas de secagem de fatias de maçã nas temperaturas de 60, 70 e 80 °C.

$$Ru = a \exp(-kt) \quad (2.3)$$

em que:

Ru – razão de umidade

a – constante adimensional da equação

k – constante da equação (1/h)

t – tempo (min)

2.4. Aditivos

De acordo com BRASIL (2005) com o desenvolvimento tecnológico é grande e variado o número de substâncias químicas empregadas no decorrer de todo o processo de produção de alimentos; dentre essas substâncias se destacam os aditivos, que podem apresentar grandes vantagens para melhorar os alimentos do ponto de vista tecnológico, desde que seu uso seja seguro. No Brasil são permitidos, atualmente, mais de 300 aditivos, nos quais são agrupadas em listas, as substâncias cujo uso é permitido, os alimentos em que podem ser usados e os limites no produto final.

Os aditivos, segundo a legislação brasileira (BRASIL, 1998), são “substâncias intencionalmente adicionadas aos alimentos com o objetivo de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, desde que não prejudiquem seu valor nutritivo”. Esta mesma legislação obriga os produtores a mencionarem, nas embalagens de alimentos e bebidas, os aditivos utilizados e também proíbe que os aditivos substituam a matéria-prima básica, alterem o valor nutritivo, sejam tóxicos ou mascarem falhas de fabricação. Muitos aditivos utilizados em alimentos e bebidas apresentam propriedades toxicológicas. Portanto, é dever dos órgãos competentes fiscalizar a qualidade dos alimentos industrializados para preservar a saúde dos consumidores.

O emprego de aditivos químicos em alimentos é motivo de muita polêmica, gerando controvérsias que envolvem consumidores, indústria, pesquisadores e governo (PRADO, 2004).

Os aditivos são substâncias capazes de conservar e melhorar a qualidade dos alimentos; antigamente, os aditivos utilizados eram o sal, para preservar carnes e peixes, ervas e temperos, para melhorar o sabor dos alimentos, açúcar para preservar frutas e vinagre para conservar pepinos e outros vegetais; entretanto, com o advento da vida moderna mais aditivos têm sido empregados a cada ano, melhorando a qualidade dos produtos industrializados. Na desidratação pelo método de secagem em camada de espuma, geralmente se utilizam espessantes e estabilizantes na formulação das amostras (SILVA, 2003).

2.4.1. Emulsificante

A crescente demanda do consumidor por produtos naturais e saudáveis tem contribuído para aumentar o interesse pelo estudo dos ingredientes utilizados na fabricação

de alimentos, tais como os agentes emulsificantes (DUARTE et al., 1998). Emulsificantes são substâncias que propiciam a formação ou manutenção de uma mistura uniforme de duas ou mais fases imiscíveis no alimento (BRASIL, 2005).

Uma emulsão é um sistema heterogêneo constituído de pelo menos um líquido imiscível inteiramente dispersado em outro na forma de gotículas cujos diâmetros em geral excedem $0,1 \mu$; tais sistemas possuem uma estabilidade mínima que pode ser acentuada mediante adição de aditivos usados como agentes de superfície, sólidos finamente divididos etc. A adição de emulsificante na matéria-prima se baseia em uma área maior de secagem, submetendo-a rapidamente à ação do calor. A secagem, nessas condições, pela maior taxa de água evaporada, ocorre em menor tempo e com maior facilidade uma vez que a umidade se movimenta por capilaridade através de uma camada líquida que separa as bolhas de espuma formadas podendo, desta forma, ser submetida a menor temperatura e menos danos são causados ao material, no que diz respeito aos constituintes (APENBURG, 1971).

Há vários tipos de emulsificantes mas todos eles apresentam uma estrutura molecular bastante peculiar, responsável pelas suas propriedades. Os emulsificantes são substâncias que apresentam, na mesma molécula, uma porção hidrofílica, ou seja, que tem afinidade por água, e uma porção lipofílica, cuja afinidade é por óleo ou outras substâncias apolares; esta característica é que faz com que os emulsificantes possam exibir a capacidade de formar emulsões, tornando miscíveis substâncias normalmente imiscíveis, como água e óleo (PAVANELLI, 1998).

Os emulsificantes mono e diglicerídeos – derivados de óleos e de gorduras – os polissorbatos e os estearatos de sorbitana, sintéticos, são os mais utilizados (BARUFFALDI & OLIVEIRA, 1998).

2.4.2. Espessante

Espessantes são substâncias capazes de aumentar a viscosidade de soluções, emulsões e suspensões (DZIEZAK, 1991). São usados para controlar a consistência de alimentos líquidos e semilíquidos (BRASIL, 2005).

De acordo com BARUFFALDI & OLIVEIRA (1998), um espessante é uma substância capaz de aumentar, nos alimentos, a viscosidade de soluções, de emulsões e de suspensões, mantendo suas características físicas; são de grande utilidade no emprego e na melhoria da textura e da consistência de produtos como sorvetes, pudins, cobertura para

saladas e sopas; podem, ainda, controlar a cristalização de gelo em sorvetes e demais alimentos formulados. A textura e a consistência adequadas podem ser conseguidas mediante o uso de matéria-prima de melhor qualidade e através de técnicas de processamento controladas. A grande maioria dos espessantes é proveniente de carboidratos naturais (carragena, goma guar e goma arábica) ou modificados quimicamente de carboximetilcelulose.

2.4.3. Estabilizantes

De acordo com CALIL & AGUIAR (1999) estabilizantes são substâncias que favorecem e mantêm as características físicas das emulsões e suspensões. A atuação de agentes estabilizantes encontra utilidade na estabilização de suspensões, emulsões e espumas com dispersão de sólidos, de líquidos e de gases, respectivamente (BARUFFALDI & OLIVEIRA, 1998).

O aditivo carboximetilcelulose e seu sal sódico (CMC) é considerado um estabilizante e têm função de modificador de textura, controlador de migração em misturas, agente gelificante, agente volumoso não nutritivo. A goma guar também é considerada um estabilizante, espessante, emulsificante, agente de suspensão e tem como função aumentar o volume (CALIL & AGUIAR, 1999).

2.5. Isotermas de adsorção de umidade

Segundo FERREIRA & PENA (2003) a umidade de um alimento é expressa pelo valor obtido na determinação da água total contida no mesmo; entretanto, este valor não fornece indicações de como a água está distribuída nem permite saber se toda ela está ligada da mesma maneira; desta forma, o conhecimento da distribuição da água no alimento é mais importante que simplesmente o conhecimento da umidade.

Segundo FIOREZE & MADRUGA (2003) colocando-se um produto biológico em um ambiente com temperatura e umidade constantes, por um tempo suficientemente longo, este produto atingirá um ponto de equilíbrio onde não haverá perda nem ganho de umidade pelo produto referido teor de umidade do produto é o teor de umidade de equilíbrio, mas não significa que a umidade do produto e a do ar sejam iguais mas, sim, que as pressões de vapor na superfície do produto e do ar são iguais, mas sim que as pressões de vapor na

superfície do produto e do ar também são iguais. A umidade relativa do ar em equilíbrio higroscópico com o produto também é conhecida como atividade de água.

A atividade de água (a_w) é uma medida da quantidade de moléculas de água livres ou ativas, geralmente obtida em relação à pressão de vapor da água pura e varia de 0 a 1; esta medida é de fundamental importância visto que, por meio dela, pode-se prever reações químicas e enzimáticas e o desenvolvimento de microrganismos. A partir do conhecimento da a_w pode-se, também, propor sistemas adequados de embalagem para um produto (CARVALHO, 1994; TEIXEIRA NETO et al., 1976).

PEREDA (2005) relatou que a diminuição da atividade de água freia o crescimento de microrganismos (nesta ordem: bactérias, leveduras e mofos), de tal forma que se detém totalmente a valores de 0,6 ou inferiores; igualmente, a velocidade das reações químicas que ocorrem em um alimento, tanto enzimáticas como não enzimáticas, depende da quantidade de água disponível. A medida em que a atividade de água diminui a velocidade da reação vai se tornando mais lenta.

Isotermas de adsorção de umidade descrevem a quantidade de água adsorvida por um produto, em dada temperatura, em função da a_w ou da umidade relativa. Através das isotermas pode-se determinar a umidade na monocamada a qual, além de estar relacionada com o início de uma série de reações químicas de deterioração dos alimentos, representa o ponto de maior gasto de energia em um processo de secagem (KAREL, 1975; LANDROCK & PROCTOR, 1951; PRIOR, 1979; ROCKLAND, 1957).

Em materiais higroscópicos é de suma importância a determinação das isotermas de sorção (adsorção ou dessorção) de umidade as quais têm aplicação na predição do tempo de secagem, da vida de prateleira em determinada embalagem e dos requisitos básicos necessários para que se possa embalar um produto e, ainda, na caracterização de um produto quando o mesmo é constituído de componentes de atividade de água diferentes (PENA et al., 2000).

Conhecendo-se a curva de umidade de equilíbrio - isoterma de sorção - de um alimento, é possível gerenciar os processos de desidratação, embalagem e armazenagem, de modo a se obter os níveis de atividade de água que minimizem as alterações indesejáveis durante a armazenagem (LABUZA, 1980; MOSSEL, 1975).

As isotermas de sorção permitem estimar o tempo máximo de armazenamento do produto em embalagem, com uma permeabilidade ao vapor de água conhecida em função da quantidade de água absorvida; igualmente, pode-se estabelecer o comportamento de um alimento em diferentes condições de armazenamento (PEREDA, 2005).

Muitos modelos matemáticos foram propostos para a descrição do comportamento das isotermas de sorção, sendo esses classificados em três categorias (AL-MUHTASED et al., 2004): modelos teóricos, modelos semi-empíricos e modelos empíricos.

GAB

O modelo de GAB (Eq. 2.4) é considerado um dos mais versáteis para a representação do comportamento das isotermas de sorção (AL-MUHTASED et al., 2004).

$$U_e = \frac{X_m CKa_w}{(1 - Ka_w)(1 - Ka_w + CKa_w)} \quad (2.4)$$

em que:

U_e - umidade de equilíbrio

a_w - atividade de água

X_m - umidade na monocamada molecular

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

Oswin

O modelo de Oswin (Eq. 2.5) é uma série matemática expandida para curvas com formato S, em que este modelo não considera o efeito da temperatura (YAZDAMI et al., 2006).

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

em que:

U_e - umidade de equilíbrio

a_w - atividade de água

a e b - parâmetros de ajuste do modelo

Peleg

O modelo de Peleg é empregado para ajustes de dados experimentais pelo fato deste modo representar isotermas de sorção sigmoidais e não sigmoidais (PELEG, 1993).

$$U_e = k_1 a_w^{n_1} + k_2 a_w^{n_2} \quad (2.6)$$

em que:

U_e - umidade de equilíbrio

a_w - atividade de água

k_1 e k_2 - constantes da equação

n_1 e n_2 - constantes da equação

2.6. Embalagem

De acordo com BRASIL (2005) a qualidade dos produtos alimentícios depende diretamente de fatores de natureza química, física e biológica, que atuam sobre o alimento durante o período de tempo entre sua produção e seu consumo, denominado vida-de-prateleira do alimento. Neste contexto, a embalagem é de importância fundamental. Ainda segundo BRASIL (2005) uma das principais funções da embalagem é entregar ao consumidor um alimento com o mesmo nível de qualidade dos produtos frescos ou recém-preparados, devido à sua capacidade de protegê-los contra agentes deteriorantes, infectantes e sujidades; atua como barreira física de proteção para o produto contra o contato direto com o meio ambiente, evitando contaminações, manuseio inadequado, falta de higiene e perda das características próprias do produto.

As embalagens devem evitar as alterações das características sensoriais do produto além de satisfazer as necessidades de marketing, custo e disponibilidade, entre outras; além desses requisitos a boa hermeticidade do sistema de fechamento assegura a manutenção das características do material de embalagem e evita a recontaminação microbiológica do produto (JAIME et al., 1998).

Todo alimento deve ser protegido por uma embalagem que, além da função protetora, pode ter funções de propaganda e facilitar seu manuseio no processamento, armazenamento e uso pelo consumidor (BOBBIO & BOBBIO, 1992a).

De acordo com ALVES (2001) a vida-de-prateleira depende, fundamentalmente, da proteção oferecida pela embalagem contra a absorção de umidade presente no ambiente de estocagem.

Segundo EVANGELISTA (1994), para que a embalagem possa cumprir todas as funções que lhe competem, é imprescindível que sua escolha se faça por rígido

planejamento do qual constem o estudo da embalagem, em todos os seus aspectos, e a viabilidade de sua utilização.

De acordo com BOBBIO & BOBBIO (1992b), os laminados são embalagens compostas em que são sobrepostos filmes plásticos, de alumínio, de papel ou de papelão e outro filme plástico. Essas embalagens ganham espaço no mercado por serem leves e, como principal vantagem, permitem o aquecimento do alimento diretamente na embalagem, facilitando o uso rápido de alimentos congelados ou pré-cozidos.

3. MATERIAL MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, em conjunto com o Laboratório de Transferência em Meios Porosos e Sistemas Particulados do Departamento de Engenharia Química, ambos da Universidade Federal de Campina Grande, PB.

3.1. Matéria-prima

A polpa de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomez) foi adquirida na Estação Experimental de Mangabeira pertencente à EMEPA (Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A) em João Pessoa, PB.

3.2. Características químicas, físico-químicas e físicas

Características químicas, físico-químicas e físicas foram determinadas na polpa da mangaba integral, na polpa de mangaba formulada e na mangaba em pó, produzidas pelo método de secagem em camada de espuma.

3.2.1. Umidade/Sólidos totais

A umidade e os sólidos totais foram determinados de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005).

3.2.2. Ácido ascórbico

Segundo a metodologia da AOAC (1997) modificada por BENASSI & ANTUNES (1988) que utiliza como solução extratora o ácido oxálico; este método se baseia na titulação da amostra, empregando-se o 2,6 diclorofenolindofenol sódio que dá cor azul em solução alcalina e cor rósea em solução ácida. Os resultados obtidos foram expressos em miligrama de ácido ascórbico por cem gramas da amostra.

3.2.3. pH

O pH foi realizado através do método potenciométrico calibrando-se o potenciômetro com soluções tampão (pH 4,0 e 7,0), a 20 °C, imergindo-se em seguida o eletrodo em béquer contendo a amostra e se lendo o valor no visor do aparelho com os resultados expressos em unidades de pH.

3.2.4. Acidez total titulável

Utilizou-se, na determinação da acidez total titulável, o método acidimétrico da AOAC (1997), através da solução padronizada de NaOH 0,1N.

3.2.5. Açúcares redutores

Os açúcares redutores foram determinados utilizando-se o método de redução alcalina (AOAC, 1997) baseado na redução dos sais cúpricos e óxidos cuprosos presentes na solução de Fehling. Os resultados foram expressos em porcentagem de glicose.

3.2.6. Resíduo mineral fixo (cinzas)

O teor de cinzas foi determinado de conformidade com o método da AOAC (1997) e os resultados foram expressos em porcentagem.

3.2.7. Sólidos solúveis totais (°Brix)

Determinou-se o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) por leitura direta em refratômetro, com correção de temperatura, com base na tabela contida no manual do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005).

3.2.8. Densidade

A densidade foi determinada através da relação entre a massa e o volume da amostra.

3.2.9. Cor

Realizou-se a análise da cor das amostras utilizando-se o colorímetro construído por MOTTA (2005), que fornece os valores dos parâmetros luminosidade (L^*), que varia do branco (100) ao preto (0); a^* definido como a transição da cor verde ($-a^*$) para a cor vermelha ($+a^*$) e b^* que representa a transição da cor azul ($-b^*$) para a cor amarela ($+b^*$).

3.3. Secagem em camada de espuma

Obteve-se a mangaba em pó mediante o processo de secagem em camada de espuma (foam-mat), seguindo-se as etapas do fluxograma da Figura 3.1; para tal, elaborou-se uma formulação composta de polpa de mangaba, um emulsificante (produto à base de monoglicerídeos destilados, monoestearato de sorbitana e polisorbato 60) e um espessante (produto à base de sacarose e dos espessantes, carboximetil-celulose e goma guar). A formulação foi homogeneizada em batedeira doméstica até formar uma espuma com características adequadas à secagem, o que foi alcançado em um tempo de 6 minutos de “batimento”, resultando em uma densidade variando entre 0,4 a 0,5 g/cm³.

A espuma foi espalhada sobre bandejas de aço inoxidável em uma camada de 0,3 cm a qual, por sua vez, foi levada para desidratação em estufa com circulação forçada de ar, nas temperaturas de 50, 60 e 70°C. O produto desidratado foi retirado das bandejas e triturado em multiprocessador doméstico, para obtenção do produto finamente pulverizado.

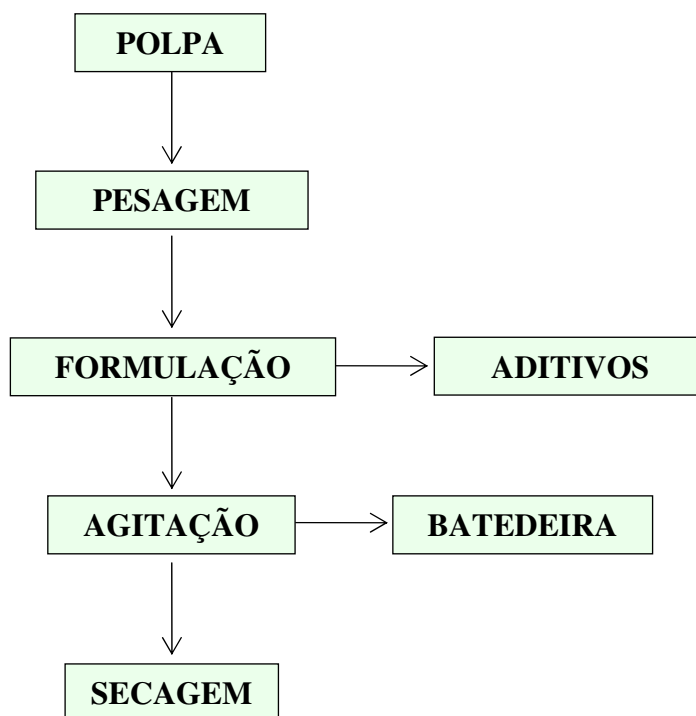


Figura 3.1. Fluxograma das etapas para a secagem em camada de espuma da polpa de mangaba

3.4. Cinética de secagem

As curvas de secagem da amostra formulada foram feitas em estufa com circulação forçada de ar, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, pesando-se as bandejas até peso constante em intervalos regulares.

Realizaram-se a análise do processo de secagem e a representação dos dados experimentais de secagem utilizando-se os modelos semi-teóricos de Cavalcanti Mata (Eq. 3.1), Henderson & Pabis (Eq. 3.2) e Page (Eq. 3.3).

Cavalcanti Mata

$$Ru = a_1[\exp(-bt^{a_2})] + a_3 \cdot \exp(-bt^{a_4}) + a_5 \quad (3.1)$$

em que:

Ru – razão de umidade

a_1 , a_2 , a_3 , a_4 , a_5 e b – parâmetros da equação

t – tempo (min)

Henderson & Pabis

$$Ru = a \exp(-kt) \quad (3.2)$$

em que:

- Ru – razão de umidade
- a – constante adimensional da equação
- k – constante da equação (1/h)
- t – tempo (min)

Page

$$Ru = \exp(-kt^n) \quad (3.3)$$

em que:

- Ru – razão de umidade
- k – constante da equação (1/h)
- n – constante da equação
- t – tempo (min)

Os modelos foram aplicados aos dados experimentais de secagem por regressões não-lineares utilizando-se o programa computacional STATISTICA, versão 5.0.

Como critério de avaliação da representatividade dos modelos adotaram-se o coeficiente de determinação (R^2) e o desvio quadrático médio (DQM). Quanto menor o valor de DQM e maior o valor de R^2 , melhor o ajuste da equação.

$$DQM = \sqrt{\frac{\sum (RU_{pred} - RU_{exp})^2}{n}} \quad (3.4)$$

em que:

- DQM – desvio quadrático médio
- RU_{pred} – razão de umidade predito pelo modelo
- RU_{exp} – razão de umidade experimental
- n – número de observações

3.5. Armazenamento

As amostras da mangaba em pó obtidas pelo processo de secagem em camada de espuma, nas três temperaturas, foram acondicionadas em dois tipos de embalagem laminada: Laminada 1 e Laminada 2 (Figura 3. 2). A embalagem Laminada 1 era composta de uma camada com espessura de 20 μm de BOPP Metal (polipropileno biorientado com metalização de alumínio) e uma camada com espessura de 90 μm de PEBD Cristal (polietileno de baixa densidade). A embalagem Laminada 2 era formada de uma camada com espessura de 25 μm de BOPP pérola (polipropileno biorientado) e outra com espessura de 12 μm de poliéster.



Figura 3.2. Embalagem Laminada 1 e 2

O tamanho das embalagens era de aproximadamente 9 cm de comprimento por 9 cm de largura, contendo mais ou menos 30 g da amostra.

As amostras embaladas foram armazenadas durante seis meses, em local seco e arejado, a temperatura ambiente e avaliadas quanto às características ácido ascórbico, umidade, pH, acidez total titulável, açúcares redutores, cinzas e cor. A partir do tempo inicial foram retiradas a cada trinta dias, amostras para essas determinações, de acordo com as metodologias descritas no item 3.2.

3.6. Análise estatística

A análise estatística dos dados experimentais obtidos ao longo do armazenamento foi executada através do programa computacional ASSISTAT 7.2 (SILVA & AZEVEDO, 2002); aplicaram-se o delineamento inteiramente casualizado consistindo de 7 tempos de armazenamento x 3 repetições e a comparação entre médias pelo teste de Tukey. Para

alguns parâmetros também se aplicou a regressão na análise de variância sugerindo equações polinomiais de estimativa das características com o tempo de armazenamento.

3.7. Isotermas de adsorção de umidade

As isotermas de adsorção de umidade das amostras de mangaba em pó foram determinadas em diferentes temperaturas (20, 25 e 30 °C), utilizando-se o método estático-indireto, baseado no estudo efetuado por CAPRISTE & ROTSTEIN (1982).

As medidas das atividades de água a temperatura controlada das amostras de mangaba em pó foram determinadas no higrômetro Termoconstanter Novasina (TH200); pesou-se aproximadamente 1 g da formulação em pó dentro da célula que acompanha o aparelho; em seguida, a célula foi levada ao equipamento para a leitura da atividade de água; quando a massa da amostra entrou em equilíbrio fez-se a leitura da atividade de água e a pesagem da massa da amostra; após a pesagem a amostra foi transferida para um ambiente saturado (dessecador com água destilada) para o produto absorver umidade; decorridos 30 minutos, a amostra retornava ao equipamento para a realização de uma nova leitura; posterior à determinação desses pontos, as amostras foram levadas a uma estufa para a determinação da massa seca e, conseqüentemente, da umidade de equilíbrio.

A umidade de equilíbrio (Equação 3.5) em base seca foi determinada pela relação entre a massa da água no equilíbrio e a massa seca.

$$U_e = \frac{m_{\text{água}}}{m_s} 100 \quad (3.5)$$

em que:

U_e - umidade de equilíbrio (%base seca)

$m_{\text{água}}$ - massa de água adsorvida pela amostra (g)

m_s - massa seca da amostra (g)

Os modelos de GAB, Oswin e Peleg foram ajustados às isotermas de adsorção de umidade das amostras em pó.

GAB

$$U_e = \frac{X_m CKa_w}{(1 - Ka_w)(1 - Ka_w + CKa_w)} \quad (3.6)$$

em que:

U_e - umidade de equilíbrio

a_w - atividade de água

X_m - umidade na monocamada molecular

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

Oswin

$$U_e = a \left(\frac{a_w}{(1 - a_w)} \right)^b \quad (3.7)$$

em que:

U_e - umidade de equilíbrio

a_w - atividade de água

a e b - parâmetros de ajuste do modelo

Peleg

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

em que:

U_e - umidade de equilíbrio

a_w - atividade de água

k_1 e k_2 - constantes da equação

n_1 e n_2 - constantes da equação

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 3.9, e o desvio percentual médio (P), calculado pela Equação 3.10.

$$\varepsilon = \frac{U_{e(\text{exp})} - U_{e(\text{teor})}}{U_{e(\text{exp})}} \quad (3.9)$$

$$P = \frac{100}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{|(U_{e(\text{exp})} - U_{e(\text{teor})})|}{U_{e(\text{exp})}} \quad (3.10)$$

em que:

ε - erro relativo

$U_{e(\text{exp})}$ - umidade de equilíbrio experimental (% base seca)

$U_{e(\text{teor})}$ - umidade de equilíbrio predito pelo modelo (% base seca)

P - desvio percentual médio (%)

n - número de dados experimentais

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização da matéria-prima e da polpa formulada

Estão apresentados na Tabela 4.1, os resultados médios da caracterização físico-química da polpa de mangaba integral e da polpa de mangaba formulada com as médias gerais, desvios mínimos significativos (DMS) e coeficientes de variação (CV).

Tabela 4.1. Valores médios dos parâmetros químicos e físico-químicos da polpa de mangaba integral e da polpa de mangaba formulada com aditivos

Parâmetro	Polpa de mangaba integral	Polpa de mangaba formulada	Média Geral	DMS	CV (%)
Umidade (%)	84,24a	82,97b	83,60	0,04	0,03
Sólidos totais (%)	15,76b	17,03a	16,40	0,04	0,13
pH	3,15a	3,14a	3,15	0,012	0,16
Sólidos solúveis totais (°Brix)	15,06b	17,81a	16,43	0,01	0,03
Cinzas (%)	0,46a	0,41b	0,43	0,04	0,61
Ácido ascórbico (mg/100g)	122,69a	99,50b	111,10	0,12	0,06
Acidez total titulável (% ac. cítrico)	1,65a	1,55b	1,60	0,04	1,31
Açúcares redutores (%glicose)	7,69a	7,01b	7,35	0,14	1,11
Luminosidade (L [*])	65,01b	79,89a	72,45	0,01	0,01
Intensidade de vermelho (+a [*])	16,48a	9,71b	13,10	0,01	0,04
Intensidade de amarelo (+b [*])	27,46a	17,23b	22,35	0,01	0,02
Densidade (g/cm ³)	1,066a	0,49b	0,78	0,02	1,18

DMS: Desvio mínimo significativo; CV: Coeficiente de variação

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

Observa-se que os coeficientes de variação de todos os parâmetros avaliados foram inferiores a 1,5%; portanto, considerados baixos (< 5%), segundo classificação de SANTOS et al. (2003), significando que não existem grandes diferenças entre as propriedades da polpa integral e da polpa formulada.

Constata-se que os valores médios da umidade da polpa de mangaba integral e formulada diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A umidade da polpa integral foi próxima à determinada por FERREIRA & NARAIN (2003), para a mangaba madura, que foi de 83,14%. O valor médio encontrado para a umidade da polpa formulada foi 1,51% inferior ao determinado para a polpa integral, comportamento este esperado em razão da incorporação de aditivos reduzir com o teor de água livre da amostra.

Os valores médios dos sólidos totais para a polpa de mangaba integral e formulada também diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo o valor da polpa integral próximo ao determinado por FERREIRA & NARAIN (2003). Com a adição dos aditivos à polpa o teor de sólidos totais da polpa de mangaba formulada aumentou significativamente como previsto.

O pH da polpa de mangaba integral e da polpa formulada não difere estatisticamente. O valor médio do pH da polpa integral é próximo ao obtido por FONSECA et al. (2003) que foi de 3,17, e inferior ao avaliado por MATTIETTO et al. (2003), isto é, de 3,42 unidades de pH. Constata-se que a incorporação dos aditivos à polpa integral não influenciou no pH da polpa formulada.

Os sólidos solúveis totais (°Brix) e a fração de cinzas da polpa de mangaba integral e da polpa formulada são estatisticamente diferentes. Os sólidos solúveis totais da polpa integral estão na mesma faixa de valores determinada por SOUZA et al. (2003) que foi de 15,20°Brix, e inferior ao encontrado por ALVES et al. (2003) de 16,72°Brix, para frutos de mangaba maduros. Como os aditivos utilizados são sólidos solúveis a polpa formulada ficou com °Brix maior que a polpa integral.

O teor de cinzas da polpa de mangaba integral foi superior ao encontrado por MACÊDO et al. (2003) de 0,29%; as cinzas da polpa formulada foram inferiores às da polpa integral, em razão dos aditivos não conterem, em sua formulação, minerais.

O ácido ascórbico da polpa de mangaba integral e da polpa formulada é estatisticamente diferente; o teor médio de ácido ascórbico da polpa integral foi superior ao avaliado por FONSECA et al. (2003) e CARVALHO et al. (2003), cujos valores foram 101,91 e 103,50 mg/100g, respectivamente. Para HARRIS (1977) a composição química de frutas e hortaliças pode ser afetada por diversos fatores, a exemplo do grau de maturação, condições climáticas, e cultivares, dentre outros, explicando assim a variação encontrada entre os valores de ácido ascórbico relatados pelos autores anteriormente citados e o obtido no presente estudo. Essas variações do conteúdo de ácido ascórbico

entre os mesmos tipos de alimento ocorrem entre diferentes espécimes e dependem, ou estão relacionados com a origem do produto, manuseio na colheita, transporte e armazenamento (ALDRIGUE, 2003). O valor médio do teor de ácido ascórbico da polpa de mangaba formulada foi 18,90% menor que o determinado para a polpa integral, fato também em razão dos aditivos não conterem, em sua formulação, ácido ascórbico.

A acidez total titulável das polpas de mangaba integral e formulada apresentou diferenças significativas. O valor médio da acidez total titulável da polpa integral foi semelhante ao determinado por MACÊDO et al. (2003) que foi, em média, de 1,67% de ácido cítrico e pouco superior ao relatado por CARVALHO et al. (2003), de 1,48% de ácido cítrico. Para a polpa formulada o valor médio da acidez total titulável foi 6,06% inferior ao determinado na polpa integral; desta forma, os aditivos não contribuíram com o aumento da acidez da amostra.

Os valores médios dos açúcares redutores para as polpas de mangaba integral e formulada diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; o teor de açúcares redutores da polpa de mangaba integral é próximo ao valor experimental obtido por ALVES et al. (2003) para a polpa de mangaba madura, que foi 7,72% de glicose. O teor de açúcares redutores da polpa formulada foi 8,84% menor que o da polpa integral.

Através dos parâmetros da cor, representados pela luminosidade ($L^* = 65,01$), intensidade de vermelho ($a^* = +16,48$) e intensidade de amarelo ($b^* = +27,46$), nota-se predominância da cor amarela na polpa de mangaba integral estudada. Observados os parâmetros da cor da polpa formulada em estudo, verifica-se que houve um aumento significativo da luminosidade (L^*) com relação à da polpa integral mas a intensidade de vermelho e de amarelo, diminuiu significativamente com relação ao observado para a polpa integral, representando que a amostra perdeu um pouco da cor tornando-se menos amarela e menos vermelha. OLIVEIRA et al. (2006) também verificaram reduções nos parâmetros $+a^*$ e $+b^*$ na polpa de pitanga formulada com adição de 15% de maltodextrina, em relação aos valores na polpa integral. O aumento de L^* significa que houve um clareamento da amostra, comportamento que se deve, provavelmente, à incorporação dos aditivos à polpa deixando a polpa formulada mais clara.

Os valores médios da densidade para as polpas de mangaba integral e formulada diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A densidade da polpa de mangaba integral foi superior ao valor obtido por DUARTE et al. (2003) de 1,030 g/cm³ para a polpa de mangaba e dentro da faixa determinada por LIMA et al. (1994) que foi de 1,048 g/cm³ para polpa de mangaba com 11,3 °Brix e de 1,075 g/cm³ para a polpa

com 19,5 °Brix; já para a polpa de mangaba formulada, nota-se uma diminuição acentuada da densidade, de aproximadamente 50%, atingindo o objetivo com a adição dos aditivos à polpa integral, que era de reduzir a densidade para valores próximos a 0,5 g/cm³, com a finalidade de facilitar o processo de secagem.

4.2. Cinética de secagem

Na Tabela A.1 (Apêndice A) tem-se os dados experimentais da razão de umidade da polpa de mangaba formulada em função do tempo de armazenamento durante a secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.

Na Figura 4.1 se acham as curvas experimentais de secagem da polpa de mangaba formulada nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, na forma do adimensional de umidade (razão de umidade) em função do tempo. Verifica-se redução da razão de umidade em função do tempo e que o menor tempo de secagem ocorreu na temperatura de 70 °C. Percebe-se também que no início do processo de secagem a perda de umidade foi maior. Os tempos de secagem foram de 3 horas e 30 minutos para temperatura de 50 °C, de 3 horas para temperatura de 60 °C e 2 horas para temperatura de 70 °C verificando-se, desta forma, que as curvas de secagem foram influenciadas pela temperatura com a redução nos tempos sob o efeito da utilização de temperaturas mais elevadas do ar de secagem. GOUVEIA et al. (2003) constataram este efeito significativo da temperatura no processo de secagem de frutos de cajá; comportamento também foi observado por ALEXANDRE et al. (2006), ao secarem polpa de pitanga pelo processo de secagem em camada de espuma; entretanto, esses pesquisadores verificaram tempos de secagem superiores nessas mesmas temperaturas; já SOARES et al. (2001) ao produzirem acerola em pó pelo processo de secagem em camada de espuma a 70 °C, conseguiram realizar os experimentos em um tempo menor (90 min).

Diante dos resultados concorda-se com a afirmação de KROKIDA et al. (2003) que, ao secarem vários tipos de vegetais, relataram que a temperatura é considerada variável mais importante no processo de secagem.

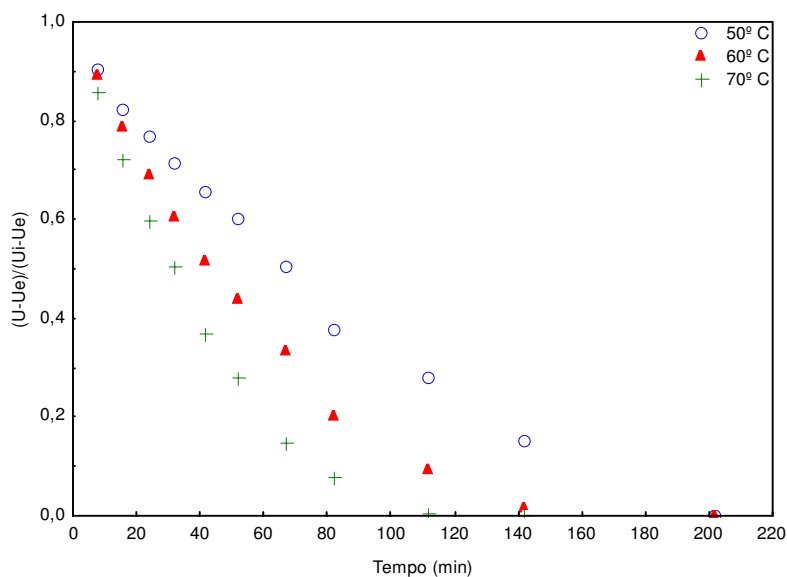


Figura 4.1. Curvas de secagem da polpa de mangaba formulada nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

Estão apresentados na Tabela 4.2 os valores dos parâmetros dos modelos de Cavalcanti Mata, Henderson & Pabis e Page ajustados às curvas de secagem da polpa de mangaba formulada nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, os coeficientes de determinação (R^2) e os desvios quadráticos médios.

Nota-se que os modelos utilizados se ajustaram bem aos dados experimentais das secagens apresentando coeficientes de determinação acima de 0,99 e desvios quadráticos médios variando entre 0,0103 e 0,1024. Constatou-se que o modelo de Cavalcanti Mata apresentou os maiores valores de R^2 porém os modelos de Henderson & Pabis e Page apresentaram também R^2 acima de 0,99, podendo ser usado qualquer um dos três modelos na estimativa das curvas de secagem da polpa de mangaba formulada. ALEXANDRE et al. (2006) ao ajustarem os modelos de Henderson & Pabis e Page as curvas de secagem da polpa de pitanga formulada, desidratada nas mesmas temperaturas estudadas, pelo método de secagem em camada de espuma, encontraram R^2 acima de 0,96.

Observa-se que ao se ajustar o modelo de Cavalcanti Mata com seis parâmetros às curvas de secagem da polpa de mangaba formulada nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, os valores de a_1 e a_3 foram inferiores a 1, indicando redução com o aumento da temperatura e os parâmetros a_2 e a_4 com valores variando entre 0,9 e 1,3, aumentaram com o aumento da temperatura. Notam-se oscilações nos valores com o aumento da temperatura para os parâmetros b e a_5 .

Aumento nos valores com o acréscimo da temperatura foi observado também em relação aos parâmetros A e K do modelo de Henderson & Pabis. Para GUEDES & FARIAS (2000) o parâmetro K do modelo de Henderson & Pabis é influenciado pela temperatura; referidos pesquisadores relataram ainda que esta constante pode ser descrita por uma equação do tipo Arrhenius, como uma função da temperatura do ar de secagem. Comportamento semelhante a este, também foi observado por ALEXANDRE et al. (2006) ao ajustarem o modelo de Henderson & Pabis às curvas de secagem da polpa de pitanga, nas temperaturas 50, 60 e 70 °C.

A constante K do modelo de Page mostrou acréscimo com o aumento da temperatura, estando de acordo com o comportamento verificado por LOUREIRO (2006) e SIMAL et al. (2005) ao ajustarem este modelo às curvas de secagem da polpa de buriti e kiwi, respectivamente.

Tabela 4.2. Parâmetros dos modelos ajustados às curvas da cinética de secagem da polpa de mangaba formulada e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e desvios quadráticos médios (DQM)

Modelo	Temp. (°C)	Parâmetro					R^2	DQM	
		a_1	b	a_2	a_3	a_4			a_5
Cavalcanti Mata	50	0,69176	0,00853	0,94361	0,69186	0,94299	-0,39318	0,9988	0,0418
	60	0,51488	0,00822	1,15985	0,51488	1,15985	-0,0042	0,9989	0,0103
	70	0,51112	0,01008	1,21559	0,51112	1,21559	-0,03174	0,9994	0,0881
Modelo	Temp. (°C)	Parâmetro		R^2	DQM				
		A	K						
Henderson & Pabis	50	1,0115	0,0117	0,9917	0,0474				
	60	1,0335	0,0118	0,9950	0,0992				
	70	1,0444	0,0255	0,9943	0,0581				
Modelo	Temp. (°C)	Parâmetro		R^2	DQM				
		K	N						
Page	50	0,0061	1,1458	0,9945	0,0347				
	60	0,0079	1,1951	0,9982	0,1024				
	70	0,0095	1,2522	0,9989	0,0451				

Nas Figuras 4.2 a 4.4 apresentadas as curvas de secagem da polpa de mangaba formulada, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, com ajustes pelos modelos de Cavalcanti Mata, Henderson & Pabis e Page. Verifica-se, dentre os modelos testados, que a curva gerada com base no modelo de Cavalcanti Mata a partir do tempo de 80 min, se aproxima mais dos pontos experimentais, seguida da curva gerada a partir do modelo de Page. Com o tempo de 80 min, o modelo de Henderson & Pabis se ajustou com menor precisão aos dados experimentais que os demais modelos.

Observa-se, nessas figuras, que os tempos de secagem foram muito superiores aos da polpa de manga seca a 60 °C contendo, em sua formulação, albumina do ovo e metil celulose, que foi de apenas 35 min e umidade final de 5,56% (RAJKUMAR et al., 2007).

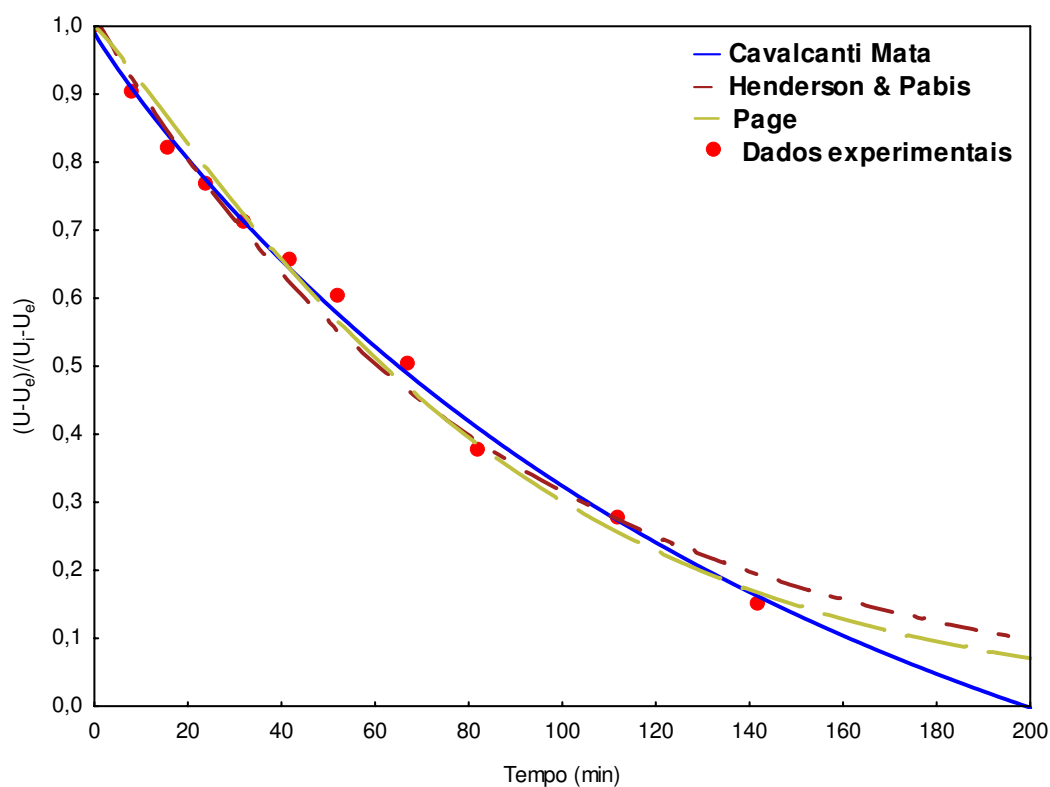


Figura 4.2. Curvas de secagem da formulação com aditivos para temperatura de 50 °C, com ajuste pelos modelos de Cavalcanti Mata, Henderson & Pabis e Page

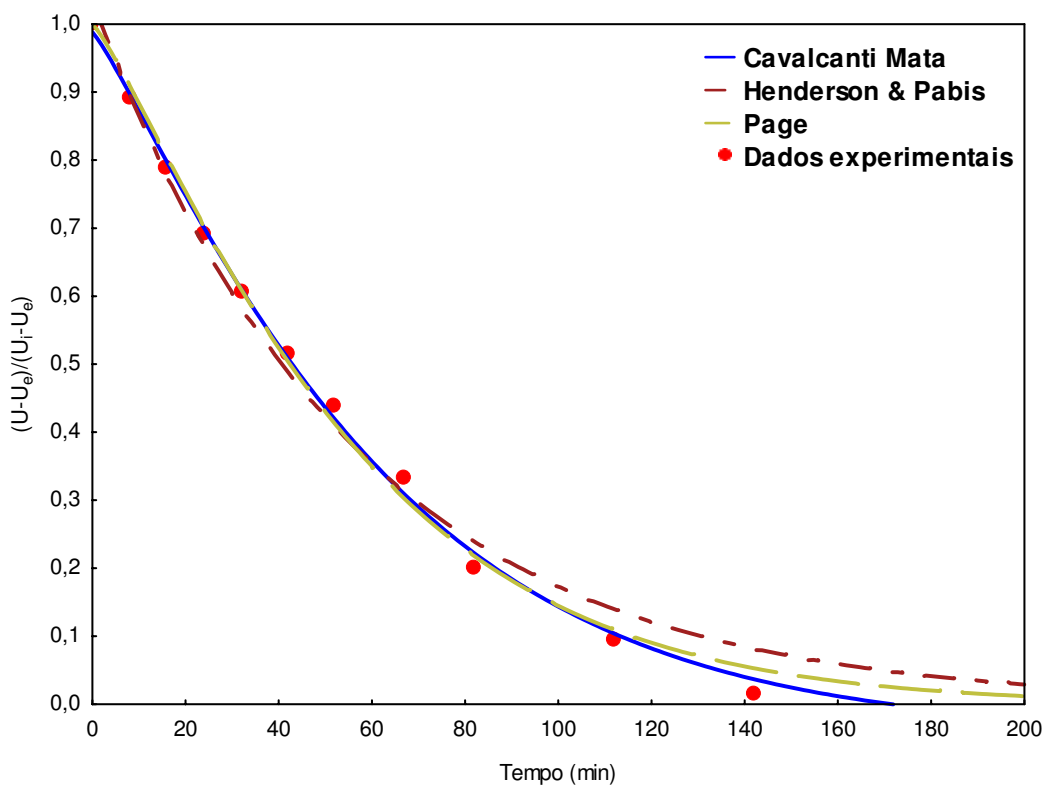


Figura 4.3. Curvas de secagem da formulação com aditivos para temperatura de 60 °C, com ajuste pelos modelos de Cavalcanti Mata, Henderson & Pabis e Page

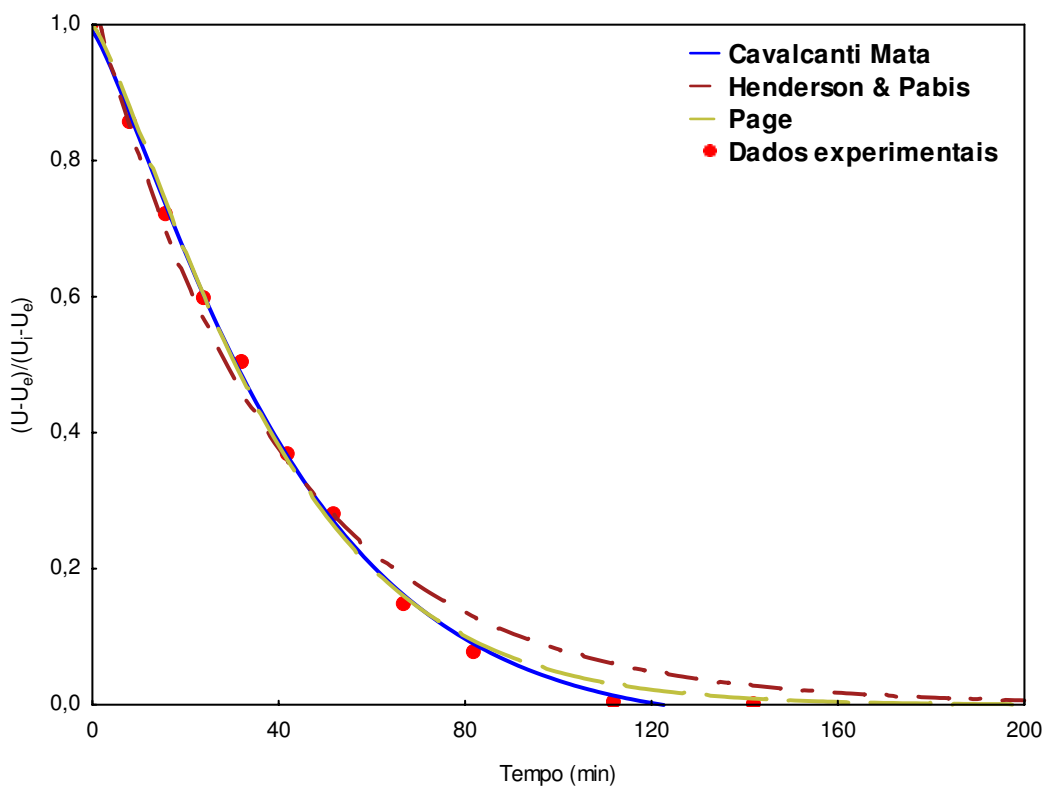


Figura 4.4. Curvas de secagem da formulação com aditivos para temperatura de 70 °C, com ajuste pelos modelos de Cavalcanti Mata, Henderson & Pabis e Page

4.3. Isotermas de adsorção de umidade das formulações em pó

As Tabelas 4.3 a 4.5 relacionam os valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_e) com atividade de água (a_w), nas temperaturas de 20, 25 e 30 °C, para a mangaba em pó desidratada a 50, 60 e 70 °C. Observa-se que a umidade de equilíbrio (U_e) aumenta com o aumento da atividade de água para uma mesma temperatura. Nas amostras de mangaba em pó a 50 °C, os valores da umidade de equilíbrio variaram entre as atividades de água mínima e máxima em 176,4, 186,2 e 185,1% nas temperaturas de 20, 25 e 30 °C, respectivamente. Para a mangaba em pó obtida a 60 °C os valores da umidade de equilíbrio sofreram um acréscimo entre a atividade de água mínima e máxima de 198,0, 152,3 e 162,0% nas temperaturas de 20, 25 e 30 °C, respectivamente. Quanto às amostras desidratadas a 70 °C verifica-se um aumento da umidade de equilíbrio entre as atividades de água mínima e máxima de 206,6, 184,6 e 177,2%, nas respectivas temperaturas de 20, 25 e 30 °C.

Tabela 4.3. Valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_e) da mangaba em pó obtida a 50 °C

Temperatura (°C)					
20		25		30	
a_w	U_e (% B.S.)	a_w	U_e (% B.S.)	a_w	U_e (% B.S.)
0,407	32,45	0,401	31,54	0,417	26,18
0,486	36,70	0,511	37,34	0,499	29,73
0,538	39,87	0,558	40,88	0,543	32,06
0,600	43,03	0,607	40,17	0,584	34,33
0,642	45,64	0,641	44,50	0,632	36,01
0,703	50,11	0,697	48,15	0,666	37,61
0,745	53,81	0,727	50,66	0,732	42,75
0,897	89,68	0,896	90,26	0,883	74,65

Tabela 4.4. Valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_e) da mangaba em pó obtida a 60 °C

Temperatura (°C)					
20		25		30	
a_w	U_e (% B.S.)	a_w	U_e (% B.S.)	a_w	U_e (% B.S.)
0,418	32,43	0,422	33,58	0,416	34,22
0,502	37,34	0,503	38,04	0,483	37,91
0,545	40,29	0,551	41,20	0,523	40,81
0,606	43,08	0,572	43,69	0,578	43,83
0,651	44,78	0,630	45,78	0,615	45,93
0,710	50,22	0,673	48,79	0,674	49,89
0,750	53,98	0,704	51,38	0,718	53,67
0,910	96,63	0,869	84,71	0,871	89,65

Tabela 4.5. Valores experimentais da umidade de equilíbrio (U_e) da mangaba em pó obtida a 70 °C

Temperatura (°C)					
20		25		30	
a_w	U_e (%B.S.)	a_w	U_e (%B.S.)	a_w	U_e (%B.S.)
0,247	29,37	0,213	31,27	0,218	32,84
0,395	34,17	0,383	35,62	0,390	37,74
0,445	37,84	0,435	39,27	0,444	41,29
0,485	41,39	0,472	42,27	0,484	44,67
0,536	45,39	0,501	44,74	0,513	46,98
0,631	50,90	0,561	48,66	0,575	50,63
0,683	54,47	0,610	51,74	0,613	53,82
0,880	90,05	0,859	88,99	0,855	91,02

Tem-se, nas Tabelas B.1 a B.28 (Apêndice B) os valores teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, os resíduos e os erros relativos dos modelos testados.

Nas Tabelas 4.6, 4.7 e 4.8 se encontram os valores dos parâmetros dos modelos de GAB, Peleg e Oswin, ajustados às isotermas de adsorção de umidade da mangaba em pó, os coeficientes de determinação (R^2) e os desvios percentuais médios (P), nas temperaturas de 20, 25 e 30 °C. Observa-se que os modelos testados apresentaram valores de R^2 acima de 0,99 e valores de $P < 5$ em todas as temperaturas estudadas, significando que se pode utilizar qualquer um desses modelos na estimativa das isotermas de adsorção de umidade da mangaba em pó; entretanto, o modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais foi o de Peleg, apresentando os maiores valores de R^2 e os menores valores de P, exceto na amostra desidratada a 70 °C (Tabela 4.8) para a isoterma a 20 °C em que o melhor modelo foi o de GAB; esse comportamento era previsto em razão do modelo de Peleg apresentar quatro parâmetros, estando de acordo com KIRANNOUDIS et al. (1993) ao afirmarem que quanto maior o número de parâmetros do modelo, na maioria dos casos corresponde aos melhores ajustes. Segundo MOREIRA et al. (2005) o modelo de Peleg se ajusta bem, tanto às isotermas sigmóides quanto às não sigmóides. O modelo de Peleg também foi considerado o modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais, por LOUREIRO (2006) e GURJÃO (2006) ao determinarem as isotermas de adsorção de umidade do buriti em pó e do tamarindo em pó, respectivamente.

Observando-se os valores da umidade na monocamada molecular (X_m) do modelo de GAB, verifica-se que variaram entre 16 e 27% b.s. ALEXANDRE et al. (2007) também verificaram valores de X_m entre 16 e 26% b.s. ao determinarem, nas temperaturas entre 10 e 40 °C, as isotermas de adsorção de umidade da pitanga em pó desidratada pelo método de secagem em camada de espuma.

Para a mangaba em pó desidratada a 50 °C (Tabela 4.6), verifica-se que X_m diminuiu com o aumento da temperatura; este mesmo comportamento foi observado por FIGUEIRÊDO & MARTUCCI (1998) ao determinarem as isotermas de adsorção de umidade, nas temperaturas de 15, 25 e 35 °C, da acerola em pó desidratada em secador por aspersão. Segundo KECHAOU & MAALEJ (2000) a temperatura tem efeito relativo de significado particular sobre a umidade na monocamada, a qual indica a quantidade de água fortemente absorvida sobre os sítios primários, e é geralmente considerada a umidade na qual o alimento é mais estável. Ainda de acordo com esses pesquisadores, a redução da higroscopicidade da amostra com o aumento da temperatura depende das propriedades físico-químicas do alimento.

Para a mangaba em pó, desidratada a 60 °C (Tabela 4.7), vê-se que X_m aumentou com o aumento da temperatura, comportamento inverso ao ocorrido da mangaba em pó desidratada a 50 °C (Tabela 4.6); já para a mangaba em pó, desidratada a 70 °C (Tabela 4.8), verifica-se também que X_m aumentou com o acréscimo da temperatura, comportamento observado ainda por FERREIRA & PENA (2003) na determinação das isotermas de adsorção de umidade da farinha de pupunha entre as temperaturas de 15 e 35 °C.

Verifica-se, para o modelo de GAB, que todas as amostras em pó apresentaram valores de $C > 10$ (constante de Guggenheim), significando, de acordo com MEDEIROS et al. (2006) que as isotermas da mangaba em pó são do tipo II.

Nas isotermas de adsorção de umidade da mangaba em pó desidratada a 50, 60 e 70 °C, ajustadas pelo modelo de GAB, os valores do parâmetro K , foram inferiores a um (1), variando entre 0,8 e 0,9, indicando tendência de aumento deste parâmetro com o aumento da temperatura para as amostras secas a 50 (Tabela 4.6) e 60 °C (Tabela 4.7); já para a amostra seca a 70 °C (Tabela 4.8) os valores de K diminuíram com o aumento da temperatura. Valores semelhantes foram encontrados por TELIS & SOBRAL (2001) e SILVA et al. (2006) ao avaliarem as isotermas de adsorção de umidade a 25 °C do abacaxi liofilizado em pó ($K=0,815$) e do camu-camu liofilizado em pó ($K=0,924$), respectivamente, que também encontraram valores de K inferiores a um. Comportamento idêntico ao de K com o aumento da temperatura foi mostrado por TALLA et al. (2005) ao determinarem as isotermas de adsorção de umidade da banana na faixa de temperatura entre 25 e 60 °C.

O modelo de Peleg é um modelo empírico de quatro parâmetros de dupla potência que pode ser utilizado em isotermas com forma sigmóide e não sigmóide. Observando-se os parâmetros do modelo de Peleg das isotermas nas temperaturas de 20 e 30 °C das amostras desidratadas a 50 e 60 °C e para a isoterma na temperatura de 30 °C da amostra desidratada a 70 °C apresentaram valores de $n_1 < 1$ e $n_2 > 1$ de acordo, portanto com as condições indicadas pelo modelo (PELEG, 1993). Nas demais amostras os valores encontrados seguiram comportamento inverso, $n_1 > 1$ e $n_2 < 1$, casos, em que é ainda segundo este pesquisador, os valores preditos por este modelo não podem ser usados para calcular a umidade na monocamada. Comportamento semelhante foi constatado por GOULA et al. (2008) ao ajustarem o modelo de Peleg às isotermas de adsorção de umidade, determinadas nas temperaturas entre 20 e 60 °C, do tomate em pó seco em secador por aspersão, tendo-se constatado valores de $n_1 > 1$ e $n_2 < 1$.

No presente estudo o modelo de Oswin (bi-paramétrico) apresentou valores do coeficiente de determinação (R^2) e do desvio percentual médio próximos aos determinados por PENA (2003) para o guaraná em pó, podendo este modelo ser mais uma alternativa a ser usada na predição das isotermas de adsorção de umidade da mangaba em pó.

Tabela 4.6. Parâmetros dos modelos ajustados às isotermas de adsorção de umidade da mangaba em pó desidratada a 50 °C

Modelo	Parâmetro	Temperatura (°C)		
		20	25	30
GAB	X_m	20,9022	19,8639	16,1312
	C	99,9996	99,9997	100,0000
	K	0,8556	0,8686	0,8858
	R^2	0,9953	0,9936	0,9949
	P (%)	3,00	3,98	3,39
Peleg	k_1	61,8888	116,8161	50,2937
	n_1	0,7195	10,4523	0,7469
	k_2	113,9532	57,0824	135,3123
	n_2	11,5569	0,6418	12,4266
	R^2	1,0000	0,9988	0,9999
	P (%)	0,21	1,33	0,52
Oswin	a	36,3177	34,8922	28,6006
	b	0,4108	0,4340	0,4659
	R^2	0,9963	0,9935	0,9938
	P (%)	2,70	4,24	3,94

Tabela 4.7. Parâmetros dos modelos ajustados às isotermas de adsorção da mangaba em pó desidratada a 60 °C

Modelo	Parâmetro	Temperatura (°C)		
		20	25	30
GAB	X_m	20,1702	21,4709	21,5365
	C	99,9999	99,9999	99,9991
	K	0,8672	0,8672	0,8698
	R²	0,9945	0,9956	0,9947
	P (%)	3,99	2,36	3,03
Peleg	k₁	60,5315	226,3157	66,5613
	n₁	0,7048	15,6487	0,7433
	k₂	115,0659	66,3914	189,0352
	n₂	11,2525	0,7927	13,2105
	R²	0,9997	0,9996	1,0000
	P (%)	0,72	0,72	0,27
Oswin	a	35,5587	37,1213	37,7262
	b	0,4253	0,4280	0,4431
	R²	0,9958	0,9953	0,9936
	P (%)	3,55	2,81	3,12

Tabela 4.8. Parâmetros dos modelos ajustados às isotermas de adsorção da mangaba em pó desidratada a 70 °C

Modelo	Parâmetro	Temperatura (°C)		
		20	25	30
GAB	X_m	24,4613	26,1202	27,1231
	C	99,9999	99,9985	90,2913
	K	0,8283	0,8237	0,8221
	R²	0,9981	0,9987	0,9989
	P (%)	2,27	2,91	1,24
Peleg	k₁	77,0235	85,5648	39,5101
	n₁	5,6464	3,0122	0,1368
	k₂	55,8771	35,2288	87,2388
	n₂	0,4815	0,0985	3,2765
	R²	0,9980	0,9990	0,9992
	P (%)	2,35	1,44	1,19
Oswin	a	41,8375	44,5533	46,0890
	b	0,3813	0,3773	0,3765
	R²	0,9978	0,9951	0,9945
	P (%)	2,59	3,08	3,12

No Apêndice C (Figuras C.1 a C.6) tem-se as isotermas de adsorção de umidade da mangaba em pó com ajustes pelo modelo de GAB e Oswin E, nas Figuras 4.5 a 4.7, se encontram as isotermas de adsorção de umidade das amostras de mangaba em pó com ajuste pelo modelo de Peleg. Observa-se, nessas figuras, que as curvas apresentam, em sua maioria, forma sigmoidal.

Tem-se na Figura 4.5, as isotermas de adsorção de umidade das amostras de mangaba em pó, desidratada a 50 °C, com ajuste pelo modelo de Peleg. Observa-se grande proximidade entre as curvas nas temperaturas de 20 e 25 °C, não se identificando o efeito da temperatura, mas apenas a curva a 30 °C se apresenta um pouco distanciada das demais. GABAS et al. (2007) também notaram uma proximidade das curvas ao avaliarem as isotermas de adsorção de umidade, nas temperaturas de 20, 30, 40 e 50 °C, do abacaxi em pó desidratado em estufa a vácuo a 60 °C.

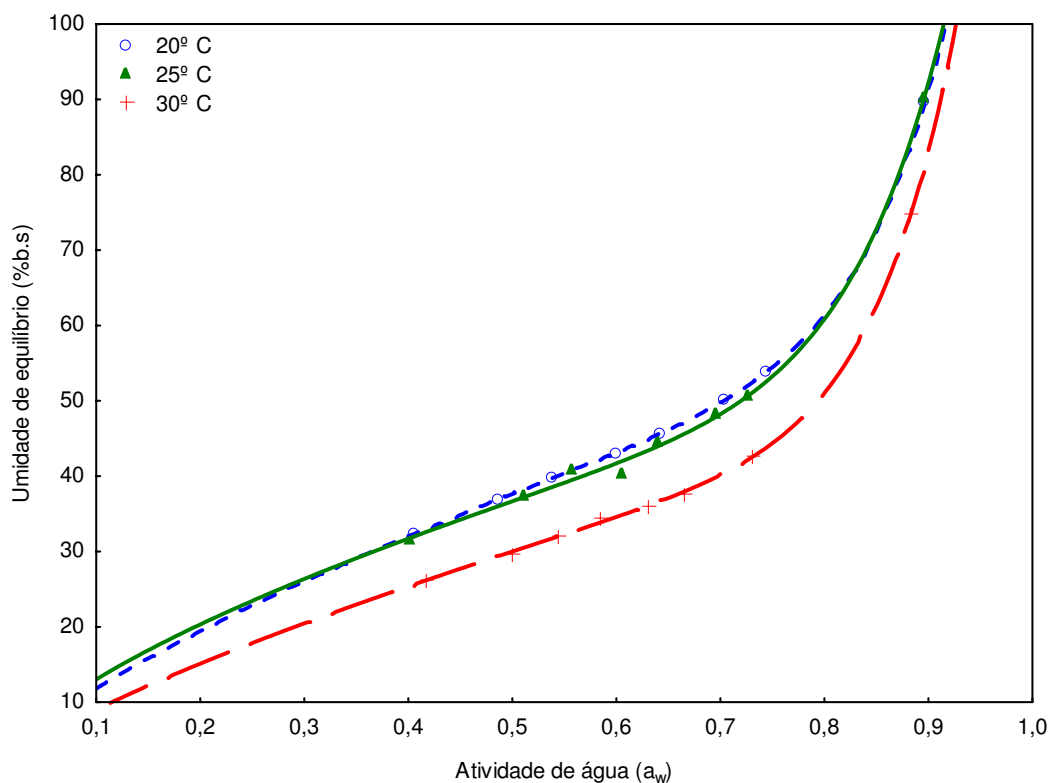


Figura 4.5. Isotermas de adsorção de umidade da mangaba em pó, desidratada a 50 °C, ajustadas pelo modelo de Peleg

Tem-se na Figura 4.6, as isotermas de adsorção de umidade das amostras de mangaba em pó, desidratada a 60 °C, com ajuste pelo modelo de Peleg. Constata-se uma proximidade muito grande das curvas, não se identificando, porém grande efeito da temperatura. Comportamento semelhante observaram PENA et al. (2000) ao avaliarem as isotermas de adsorção de umidade do guaraná em pó, tendo sido constatada proximidade entre as curvas nas temperaturas de 15, 25 e 35 °C.

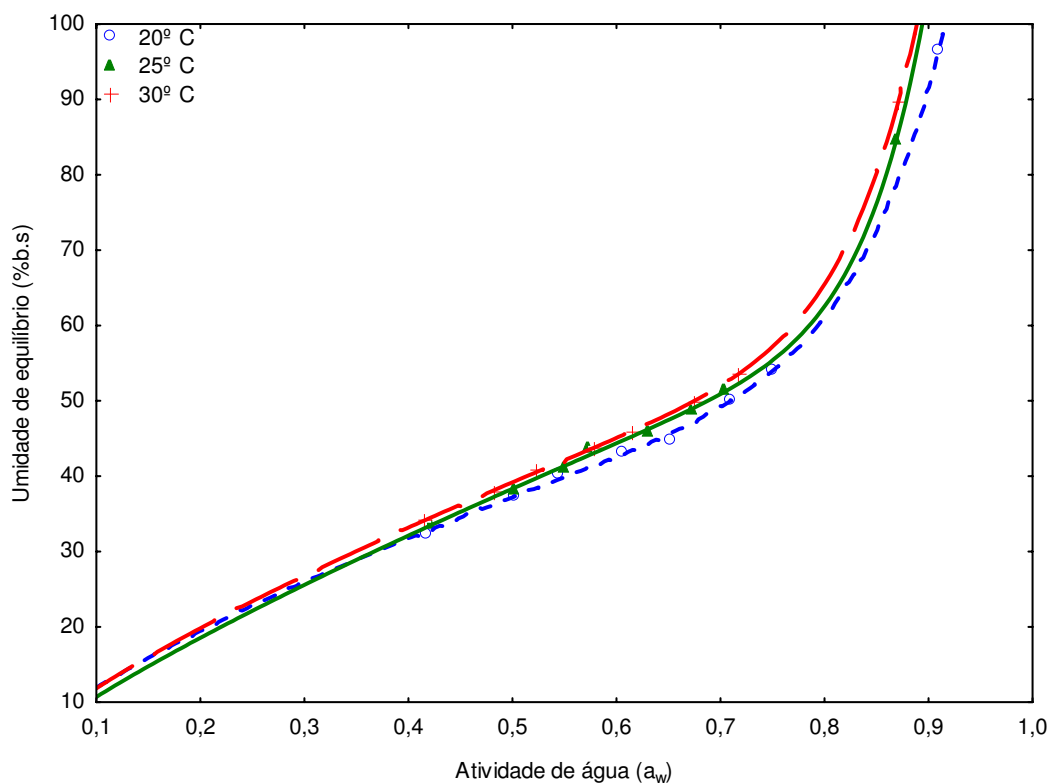


Figura 4.6. Isothermas de adsorção de umidade da mangaba em pó, desidratada a 60 °C, ajustadas pelo modelo de Peleg

Na Figura 4.7 tem-se as isothermas de adsorção de umidade das amostras de mangaba em pó, desidratada a 70 °C, com ajuste pelo modelo de Peleg, além de uma aproximação das curvas a 25 e 30 °C e a curva a 20 °C um pouco distanciada das demais e em posição inferior; tal comportamento não é suficiente para identificar o efeito da temperatura nas isothermas de adsorção de umidade da amostra de mangaba em pó desidratada a 70 °C. ANSELMO et al. (2006), também observaram uma proximidade bastante acentuada entre as isothermas de sorção de umidade do cajá em pó determinadas nas temperaturas entre 10 e 50 °C, apresentando pontos que não obedecem ao comportamento esperado em que as curvas deveriam estar na parte superior quanto menor fosse a temperatura.

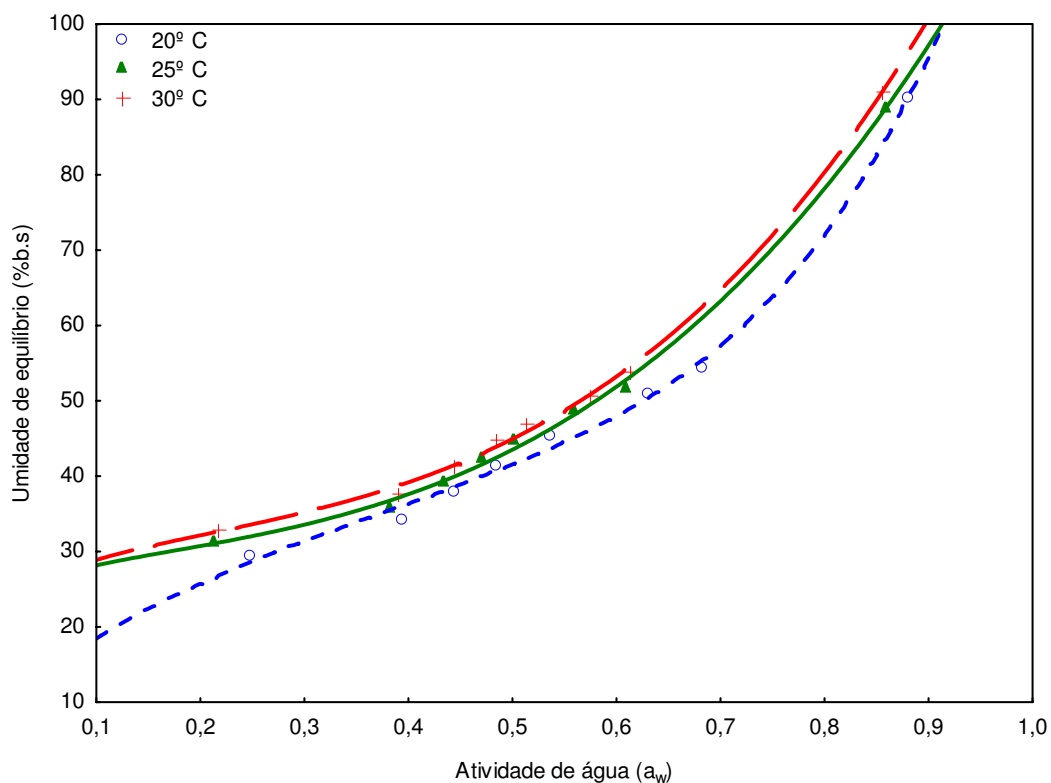


Figura 4.7. Isotermas de adsorção de umidade da mangaba em pó, desidratada a 70 °C, ajustadas pelo modelo de Peleg

4.4. Caracterização da mangaba em pó

Na Tabela 4.9, se encontram os resultados médios da caracterização físico-química da mangaba em pó desidratada pelo método de secagem em camada de espuma, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C.

Os valores médios da umidade da mangaba em pó desidratada nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, são estatisticamente iguais, com média geral de 22,39%. Valor próximo foi relatado por ALEXANDRE (2005) para a pitanga em pó seca pelo processo de secagem em camada de espuma a 70 °C, que foi de $20,40 \pm 2,14\%$. Umidades muito inferiores ($\leq 3\%$) foram obtidas na secagem em camada de espuma de polpas de laranja, maracujá, abacaxi e amora (SEGURA et al., 1990). Comparando-se o valor da umidade da polpa de mangaba formulada (Tabela 4.1) com a umidade média da mangaba em pó verifica-se que houve uma redução aproximada de 73%.

Observa-se, na Tabela 4.9, que as médias do pH da mangaba em pó obtidas através da secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, são estatisticamente iguais, e ainda, que o pH da polpa de mangaba formulada era em média de 3,14 (Tabela 4.1) e, após a

desidratação e transformação em pó, passou para um valor médio de 3,03, constatando-se um decréscimo de 3,50%. Fato semelhante foi verificado por RAJKUMAR (2005) ao comparar em os resultados médios do pH da polpa de manga antes e após a secagem pelo processo em camada de espuma (foam-mat), tendo-se verificado uma pequena redução em torno de 0,007%. FELLOWS (1994) descreveu que, a medida em que o processo de desidratação avança, algumas substâncias antes solúveis no alimento, alcançam a saturação e precipitam. É provável que uma desnaturação baseada neste princípio tenha ocorrido durante a desidratação da polpa e, após a reconstituição em água, algumas substâncias desnaturadas podem não ter voltado a se dissolverem, o que pode ter refletido no pH das polpas reconstituídas.

Tabela 4.9. Caracterização físico-química das amostras de mangaba em pó

Parâmetro	Temperatura de secagem (°C)		
	50	60	70
Umidade (%)	22,44a	22,45a	22,28a
pH	3,03a	3,03a	3,03a
Cinzas (%)	2,18b	2,65a	2,66a
Ácido ascórbico (mg/100g)	122,03a	119,29b	79,54c
Acidez total titulável (% ácido cítrico)	6,65a	6,58b	6,48c
Açúcares redutores (% glicose)	53,90a	52,41b	51,03c
Luminosidade (L*)	86,99a	65,76b	57,03c
Intensidade de vermelho (+a*)	13,20c	31,59b	31,87a
Intensidade de amarelo (+b*)	34,68a	33,34b	32,95c

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

Analisando-se os resultados das frações de cinzas obtidas para a mangaba em pó seca a 50, 60 e 70 °C observa-se, na Tabela 4.9 que os valores médios das cinzas são estatisticamente iguais entre as amostras secas a 60 e 70 °C; dito comportamento era esperado visto que, como as umidades, neste caso, também são estatisticamente iguais, o conteúdo de minerais entre as amostras não poderia ser diferente. O teor de cinzas da amostra seca a 50 °C foi estatisticamente diferente das demais amostras devendo-se, provavelmente, às diferenças naturais encontradas entre as amostras. MAZZUCO et al.

(2002) também verificaram que o teor de cinzas do milho seco nas temperaturas de 40, 70 e 100 °C, foi semelhante, para as amostras colhidas com 35% de umidade.

Comparando-se a fração de cinzas da polpa de mangaba formulada (Tabela 4.1) com a fração de cinzas do pó, constata-se uma concentração no teor de cinzas da mangaba em pó, devido à redução da umidade. PEREIRA et al. (2007) estudando a secagem a 70 °C da polpa de graviola integral e com aditivo, também constataram a concentração das cinzas nas amostras secas.

Nota-se na Tabela 4.9, que os valores médios do ácido ascórbico da mangaba em pó desidratada a 50, 60 e 70 °C, são estatisticamente diferentes, além de que há uma influência da temperatura do ar de secagem, apresentando redução do teor de ácido ascórbico com o aumento da temperatura; Este comportamento era previsto, em razão de ocorrer redução dos nutrientes, inclusive do ácido ascórbico, nas temperaturas mais elevadas de secagem, fato concordante com GABAS et al. (2003) que relataram que no processo de desidratação a perda de ácido ascórbico é afetada principalmente pela aplicação de altas temperaturas.

Os valores médios da acidez total titulável encontrados para a mangaba em pó seca a 50, 60 e 70 °C, são estatisticamente diferentes. Verifica-se, como ocorrido para o ácido ascórbico, que a temperatura do ar de secagem também influenciou nos valores da acidez, com diminuição com o aumento da temperatura. BASTOS et al. (2005) apesar de não terem detectado diferenças significativas entre os valores da acidez total das polpas de manga desidratadas a 70 e 85 °C, verificaram tendência de diminuição da acidez em função do aumento da temperatura de secagem. Constata-se, ainda, que houve um acréscimo médio de aproximadamente 324% da acidez da mangaba em pó em relação à acidez da polpa de mangaba formulada (Tabela 4.1); uma possível justificativa para este aumento da acidez, está ligada ao fato da redução da umidade e, conseqüentemente, a concentração da acidez é aumentada.

Analisando-se os resultados dos açúcares redutores da mangaba em pó seca a 50, 60 e 70 °C, verifica-se que as médias são estatisticamente diferentes e que houve uma influência da temperatura do ar de secagem, apresentando uma redução dos açúcares redutores com o aumento da temperatura. Contrariamente, BASTOS et al. (2005) não encontraram diferenças significativas entre o conteúdo de açúcares redutores das polpas de manga (Tommy Atkins) desidratadas a 70 e 85 °C pelo processo de secagem em camada de espuma.

Comparando-se o valor médio dos açúcares redutores da polpa de mangaba formulada (Tabela 4.1) com os valores determinados para a mangaba em pó, tem-se um

aumento médio dos açúcares redutores nas amostras em pó de 7,5 vezes, indicando também que houve uma concentração dos açúcares redutores com a redução no teor umidade.

A temperatura do ar de secagem também influenciou os parâmetros da cor da mangaba em pó, os valores da luminosidade (L^*) e da intensidade de amarelo ($+b^*$) diminuíram significativamente com o aumento da temperatura, enquanto a intensidade de vermelho ($+a^*$) aumentou significativamente com o aumento da temperatura. Com o aumento da temperatura, a redução de L^* significa que a amostra escureceu e de $+b^*$ a amostra se tornou menos amarela; já o aumento de $+a^*$ indica que a amostra se torna mais vermelha. Analisando a cor em função dos três parâmetros, conclui-se que ocorreu um escurecimento da amostra com o aumento da temperatura.

Comparando-se os parâmetros de cor das amostras secas com a polpa formulada (Tabela 4.1) verifica-se redução da luminosidade (L^*) nas amostras secas a 60 e 70 °C com relação à polpa formulada, sinal de que essas temperaturas provocaram escurecimento dessas amostras. MARTIN (2006) também verificou redução da luminosidade na manga desidratada osmoticamente quando comparada com a polpa integral. Para a mangaba em pó seca a 50 °C constata-se comportamento inverso e houve aumento desse parâmetro em relação à polpa formulada. MATSUURA (1994) justificou que o aumento da luminosidade pode ser causado pela destruição dos carotenóides dando uma cor mais pálida à amostra.

Quanto aos valores avaliados da intensidade de vermelho ($+a^*$) e da intensidade de amarelo ($+b^*$) nas amostras em pó, verifica-se que houve um aumento deste valor quando comparado com a polpa formulada (Tabela 4.1); constata-se, ainda, que o menor efeito da temperatura sobre a cor das amostras em pó ocorreu na amostra obtida na temperatura de 50 °C.

4.5. Armazenamento das formulações em pó

4.5.1. Umidade

No Apêndice D, Tabelas D.1 e D.2, tem-se a análise de variância dos valores médios da umidade (%) da mangaba em pó, produzida por secagem a 50 °C, armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, observando-se efeito significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 4.10 se encontram os valores médios de umidade das amostras produzidas a 50 °C submetidas ao armazenamento em temperatura ambiente por um período de 180 dias.

Na embalagem Laminada 1 tem-se aumento da umidade da mangaba em pó com o tempo de armazenamento. Observa-se que houve um ganho de umidade progressivo até os 90 dias; a partir deste tempo, a umidade das amostras nesta embalagem entrou em equilíbrio com o ambiente permanecendo até os 180 dias com o mesmo nível, comprovada pela igualdade estatística entre os valores médios dos tempos 90, 120, 150 e 180 dias.

Na embalagem Laminada 2 também ocorreu aumento da umidade da mangaba em pó com o tempo de armazenamento. Nota-se, nos primeiros 30 dias de armazenamento, que a umidade da mangaba em pó apresentou um aumento significativo, mantendo-se estatisticamente estável, após os 30 dias de armazenamento, significando que o ganho de umidade nesta embalagem foi mais lento que na embalagem Laminada 1.

Em ambas as embalagens houve uma tendência de aumento da umidade das amostras com o tempo, atingindo um percentual de ganho de 16,22 e 11,54% ao final do armazenamento (180 dias) em relação ao início, para as embalagens Laminada 1 e Laminada 2, respectivamente, indicando que a embalagem Laminada 2 apresentou, nesta amostra, melhores resultados na manutenção da umidade do produto; tal comportamento não era esperado em razão da embalagem Laminada 1 (110 μm) ter o filme com maior espessura que a embalagem Laminada 2 (37 μm) e, na sua composição, uma camada de polipropileno biorientado com metalização de alumínio que proporciona menor permeabilidade ao vapor d'água. Uma provável justificativa para este fato pode ser atribuído a uma soldagem não muito eficiente da embalagem Laminada 1 deixando passar umidade nos pontos de solda, fato este observado por ALVES & ITO (2005) ao avaliarem a influência da barreira à umidade e a integridade do fechamento de embalagens para refresco em pó, tendo-se verificado falha de integridade nas termosoldagens entre 41-45% das embalagens, apresentando este defeito uma influência maior na perda de qualidade de produtos sensíveis à umidade que a própria característica de barreira à umidade oferecida pelo material da embalagem. Percentual de aumento no teor de umidade superior foi verificado aos 6 meses por CAMPOS et al. (1998) ao armazenarem leite em pó integral em embalagem metalizada flexível com uma gramatura total de 65,6 g/m^2 , sendo este ganho de umidade da ordem de 57,2% justificado, por esses autores, como decorrente da permeabilidade da embalagem ao vapor d'água.

Tabela 4.10. Valores médios de umidade (%) da mangaba em pó seca a 50 °C, armazenada em dois tipos de embalagem

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	22,44 d	22,44 c
30	24,25 c	21,74 b
60	25,41b	24,39 ab
90	25,62 ab	24,53 a
120	25,83 ab	24,57 a
150	25,95 ab	24,91 a
180	26,08 a	25,03 a
Média geral	25,08	24,23
Desvio mínimo significativo	0,56	0,71
Coefficiente de variação (%)	0,97	1,28

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

No Apêndice D, Tabelas D.3 e D.4, tem-se a análise de variância dos valores médios da umidade (%) da mangaba em pó, produzida por secagem a 60 °C, armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, nas quais se observam diferenças significativas a 1% de probabilidade, enquanto na Tabela 4.11 se encontram os valores médios de umidade das amostras produzidas a 60 °C submetidas ao armazenamento em temperatura ambiente por um período de 180 dias.

A umidade inicial da mangaba em pó de 22,45% (tempo zero) é muito superior à obtida por RAJKUMAR et al. (2007) ao desidratarem polpa de manga pelo processo de secagem em camada de espuma, que foi de 5,56%. Estas diferenças se devem principalmente às características que se deseja no produto final; como a mangaba é uma fruta que possui látex e cor clara, a redução para níveis de umidade muito baixos poderia provocar alteração de cor muito intensa e aumento da pegajosidade do pó.

Analisando-se o comportamento da umidade da mangaba em pó na embalagem Laminada 1, verifica-se aumento da umidade com o tempo de armazenamento, podendo-se constatar que existe diferença significativa entre os períodos de 0 a 60 dias e entre 90 e 120

dias mas, entre os tempos de armazenamento 60 e 90 dias, e entre 120, 150 e 180 dias, não existem diferenças significativas.

Na embalagem Laminada 2 também ocorreu aumento da umidade da mangaba em pó com o tempo de armazenamento. Analisando-se os primeiros 60 dias de armazenamento verifica-se que a umidade da mangaba em pó apresentou aumento significativo, mantendo-se estatisticamente estável entre os períodos de 60 a 120 dias e entre 150 a 180 dias.

Observa-se, durante o armazenamento, que a umidade da mangaba em pó aumentou com o tempo em ambas as embalagens atingindo um ganho percentual, entre o início e o final do armazenamento, de 11,89 e 14,74%, para as embalagens Laminada 1 e Laminada 2, respectivamente; com isto um desempenho melhor da embalagem Laminada 1 fica demonstrado confirmando que a maior espessura do filme laminado e os materiais das camadas desta embalagem proporcionam maior proteção contra a permeabilidade do vapor d'água. O aumento da umidade no final do armazenamento na embalagem Laminada 1 na amostra seca a 60 °C foi menor que na amostra seca a 50 °C; daí a hipótese de que houve, para a amostra seca a 50 °C, uma possível falha na solda dos sacos é bem razoável.

Tabela 4.11. Valores médios de umidade (%) da mangaba em pó seca a 60 °C e armazenada em dois tipos de embalagem

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	22,45 d	22,45 d
30	23,34 c	24,54 c
60	24,29 b	24,93 b
90	24,37 b	24,93 b
120	24,82 a	25,15 b
150	25,06 a	25,67 a
180	25,12 a	25,76 a
Média geral	24,21	24,78
Desvio mínimo significativo	0,38	0,23
Coefficiente de variação (%)	0,69	0,39

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

No Apêndice D, Tabelas D.5 e D.6, tem-se a análise de variância dos valores médios da umidade (%) da mangaba em pó, produzida por secagem a 70 °C, armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, observando-se efeito significativo a 1% de probabilidade; já na tabela 4.12 se encontram os valores médios da umidade das amostras produzidas a 70 °C submetidas ao armazenamento em temperatura ambiente, pelo tempo de 180 dias.

Verifica-se, na embalagem Laminada 1, aumento da umidade da mangaba em pó com o tempo de armazenamento em que, durante os 30 primeiros dias, a amostra se manteve estável; a partir dos 30 dias até os 90 dias deu-se um aumento progressivo da umidade, entre 90 e 120 dias a amostra permaneceu no mesmo nível de umidade, entre 120 e 150 dias a amostra voltou a absorver umidade e entre 150 e 180 dias o nível de umidade ficou no mesmo patamar.

Com relação à embalagem Laminada 2 também ocorreu aumento da umidade da mangaba em pó com o tempo de armazenamento. Verifica-se, nos primeiros 90 dias de armazenamento que a umidade da mangaba em pó apresentou aumento significativo, com tendência de estabilidade após os 90 dias representada pela igualdade estatística entre as médias nos tempos de 90, 120 e 150 dias e entre as médias 120, 150 e 180 dias.

Conforme verificado, houve aumento da umidade das amostras secas a 70 °C, nas duas embalagens com o tempo de armazenamento; entre os tempos inicial e final na embalagem Laminada 1 as amostras sofreram aumento de 11,17% no teor de umidade; enquanto nas amostras armazenadas na embalagem Laminada 2 o aumento da umidade foi de 13,50%, repetindo o melhor desempenho da embalagem Laminada 1 observada nas amostras secas em temperatura de 60 °C.

Na análise geral das amostras secas nas três temperaturas, a embalagem Laminada 1 evita uma absorção maior de umidade, por parte das amostras, em relação às acondicionadas na embalagem Laminada 2; tal comportamento pode ser atribuído principalmente à maior espessura e à metalização de alumínio na camada de poliprolileno bi-orientado (BOPP metal), visto que esta última proporciona menor permeabilidade ao vapor d'água, da embalagem Laminada 1 (110 µm) em relação à embalagem Laminada 2 (37 µm). Segundo FIGUEIRÊDO (1998) acréscimos no teor de umidade durante o armazenamento são previsíveis quando a embalagem utilizada não é impermeável ao vapor d'água e a amostra apresenta comportamento higroscópico.

OLIVEIRA (2006) também constatou tendência de acréscimo da umidade das amostras de pitanga em pó, desidratadas em secador por aspersão e acondicionadas em

embalagem laminada, com o tempo de armazenamento registrando um aumento de 12,60% após 120 dias de estocagem. No presente trabalho o aumento da umidade da mangaba em pó aos 120 dias de armazenamento foi de 6,77 e 12,07% nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, respectivamente.

Tabela 4.12. Valores médios da umidade (%) da mangaba em pó, seca a 70 °C, armazenada em dois tipos de embalagem

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	22,29 d	22,29 e
30	22,53 d	23,51 d
60	23,26 c	24,08 c
90	23,63 b	24,89 b
120	23,80 b	24,98 ab
150	24,67 a	25,19 ab
180	24,78 a	25,30 a
Média geral	23,57	24,32
Desvio mínimo significativo	0,36	0,34
Coefficiente de variação (%)	0,67	0,61

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

Tem-se, na Tabela 4.13, equações de regressão ajustadas aos dados experimentais da umidade da mangaba em pó, secas nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, em função do tempo de armazenamento, para as diferentes embalagens. As análises de variância das regressões se encontram nas Tabelas E.1 a E.6 (Apêndice E).

Para as amostras secas a 50 °C acondicionadas nas embalagens Laminadas 1 e 2, a equação do tipo linear apresentou coeficientes de determinação de 0,7449 e 0,7920, respectivamente, considerados, portanto, relativamente baixos; para a embalagem Laminada 1 as equações de graus 2 e 3 também foram significativas, com bom ajuste para a equação de grau 3, cujo R^2 superou 0,990.

Para as amostras secas a 60 °C, as equações lineares também resultaram em ajustes com R^2 abaixo de 0,9 mas com alguma melhora para a embalagem Laminada 1,

cujo comportamento foi bem representado por uma equação de grau 2; para a embalagem Laminada 2 a equação de grau 4 se ajustou aos dados com R^2 praticamente igual a 1.

Para as amostras secas a 70 °C a equação do tipo linear se ajustou melhor aos dados para ambas as embalagens, sobretudo para a embalagem Laminada 1; os melhores ajustes, no entanto, foram obtidos para as equações de grau 5 e 3, para as embalagens Laminadas 1 e 2, respectivamente.

Apesar das equações lineares terem resultado em coeficientes de determinação mais baixos, é preciso considerar que nesse tipo de ajuste é mais fácil visualizar a tendência de elevação da umidade com o tempo de armazenamento. Durante o armazenamento da polpa de acerola em pó a temperatura ambiente, GOMES et al. (2004) sugeriram uma equação linear para representar o comportamento da umidade com o tempo de armazenamento obtendo coeficiente de determinação (R^2) superior a 0,99.

Tabela 4.13. Equações de regressão propostas para o cálculo da umidade da mangaba em pó, obtida a 50, 60 e 70 °C, em função do tempo de armazenamento

Amostra	Embal.	Equações	R^2	
50 °C	Laminada 1	$U = 23,49 + 0,018t$ **	0,7449	
		$U = 22,67 + 0,05t - 0,0002t^2$ **	0,9591	
		$U = 22,42 + 0,079t - 0,0006t^2 + 0,000002t^3$ **	0,9969	
	Laminada 2	$U = 23,23 + 0,018t$ **	0,6644	
	60 °C	Laminada 1	$U = 22,92 + 0,014t$ **	0,8832
		Laminada 2	$U = 22,51 + 0,03t - 0,00009t^2$ **	0,9814
$U = 23,45 + 0,014t$ **			0,7403	
$U = 22,45 + 0,12t - 0,002t^2 + 0,00001t^3 - 3.10^{-8}t^4$ **		0,9999		
70 °C	Laminada 1	$U = 22,24 + 0,015t$ **	0,9728	
	Laminada 2	$U = 22,29 - 0,039t + 0,003t^2 - 0,00004t^3 + 2.10^{-7}t^4 - 5.10^{-10}t^5$ **	0,9985	
		$U = 22,89 + 0,016t$ **	0,8634	
	$U = 22,30 + 0,045t - 0,0003t^2 + 4.10^{-7}t^3$ *	0,9928		

U – Umidade (%); t – tempo (dia); (**) significativo a 1% de probabilidade (p – valor < 0,01); (*) significativo a 5% de probabilidade (p – valor < 0,05)

4.5.2. pH

No Apêndice D, Tabelas D.7 e D.8, tem-se a análise de variância dos valores de pH da mangaba em pó produzida por secagem a 50 °C, armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, observando-se efeito significativo do tempo de armazenamento a 1% de probabilidade, enquanto na Tabela 4.14 se encontram os valores médios do pH das amostras submetidas ao armazenamento em temperatura ambiente, pelo período de 180 dias.

Verifica-se que o pH inicial (tempo zero) da mangaba em pó seca a 50 °C, foi de 3,03, inferior à faixa entre 3,26 e 3,90 unidades de pH determinada por NARAIN & FERREIRA (2003) para mangabas em três estádios de maturação.

Nota-se que, na embalagem Laminada 1, ocorreu manutenção do pH da mangaba em pó até os 60 dias de armazenamento; a partir deste período, o pH aumentou significativamente até os 180 dias resultando, entre os tempos inicial e final, um aumento de 11,88%.

Na embalagem Laminada 2, nos primeiros 30 dias de armazenamento não houve, alteração do pH da mangaba em pó, iniciando-se um processo de alteração a partir de 30 dias até atingir aumento percentual de 14,19% no final do armazenamento; tal comportamento de aumento do pH pode ser explicado pela oxidação do ácido ascórbico provocado principalmente pela temperatura de armazenamento. Comparando-se as embalagens verifica-se, para a embalagem Laminada 1, melhor manutenção do pH mas com vantagem pouco expressiva.

Os valores do pH no final do armazenamento nas duas embalagens ainda foram inferiores ao do pH da polpa de graviola (pH=4,7), determinado logo após a liofilização por MATA et al. (2005), significando que, a mangaba em pó no final do armazenamento, ainda apresentava um nível de pH aceitável.

Tabela 4.14. Valores médios do pH da mangaba em pó seca a 50 °C, armazenada em dois tipos de embalagem

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	3,03 e	3,03 e
30	3,02 e	3,02 e
60	3,02 e	3,09 d
90	3,21 d	3,11 d
120	3,30 c	3,32 c
150	3,35 b	3,40 b
180	3,39 a	3,46 a
Média geral	3,19	3,20
Desvio mínimo significativo	0,02	0,02
Coefficiente de variação (%)	0,26	0,24

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

No Apêndice D, Tabelas D.9 e D.10, tem-se a análise de variância dos valores médios de pH da mangaba em pó, produzida por secagem a 60 °C, armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, observando-se efeito significativo do tempo de armazenamento a 1% de probabilidade.

Na Tabela 4.15 se encontram os valores médios de pH das amostras submetidas a armazenamento em temperatura ambiente, por um período de 180 dias. Verifica-se que o pH inicial (tempo zero) da mangaba em pó seca a 60 °C, é inferior ao pH de 3,46 determinado por MATTIETTO et al. (2003) para a mangaba proveniente de Belém, PA; e entretanto, os valores no final do armazenamento são próximos ao avaliado por esses pesquisadores indicando que, apesar das alterações, o pH ainda estava na faixa de valores encontrados na literatura.

Na embalagem Laminada 1 nota-se que houve tendência estatística de aumento do pH durante os 180 dias de armazenamento, aumento correspondente a 12,54% em relação ao valor inicial.

Na embalagem Laminada 2, o pH permaneceu estável nos primeiros 30 dias de armazenamento aumentando posteriormente até os 180 dias de armazenamento, atingindo um percentual de 13,86% entre zero e 180 dias.

A embalagem 1 apresentou variação menor do pH ao final do armazenamento em relação à embalagem 2; comportamento que se deve à maior proteção que a embalagem 1 proporciona à amostra, em razão de conter, na sua composição, maior barreira contra a luz e umidade. SOUSA et al. (2003) ao armazenarem bananas desidratadas em recipientes retangulares de polietileno tereftalato (PET) transparente com tampa a temperatura ambiente (23-24 °C) durante 120 dias, também verificaram aumento no valor do pH de aproximadamente 5,5%, aumento este atribuído à dissociação do ácido cítrico.

Tabela 4.15. Valores médios do pH da polpa da mangaba em pó seca a 60 °C, armazenada em dois tipos de embalagem

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	3,03 g	3,03 f
30	3,06 f	3,02 f
60	3,12 e	3,10 e
90	3,17 d	3,15 d
120	3,30 c	3,32 c
150	3,37 b	3,40 b
180	3,41 a	3,45 a
Média geral	3,21	3,21
Desvio mínimo significativo	0,02	0,02
Coefficiente de variação (%)	0,22	0,27

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

No Apêndice D, Tabelas D.11 e D.12, se encontra as análises de variância dos valores médios de pH da mangaba em pó, produzida por secagem a 70 °C, armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, nas quais se observam diferenças significativas a 1% de probabilidade.

Na Tabela 4.16 encontram-se os valores médios do pH das amostras submetidas ao armazenamento em temperatura ambiente, pelo período de 180 dias.

O pH inicial (tempo zero) da mangaba em pó, seca a 70 °C, se manteve no mesmo nível do valor inicial observado para as amostras secas a 50 e 60 °C; esses valores são inferiores ao pH de 3,30 avaliado para a polpa de mangaba de frutos completamente maduros colhidos na região de Camaçari, BA (FONSECA et al., 2003).

Na embalagem Laminada 1 nota-se tendência estatística de aumento do pH das amostras com o tempo de armazenamento; tal tendência de aumento resultou em uma variação percentual de 13,20% entre os tempos inicial e final.

No material acondicionado na embalagem Laminada 2 deu-se um aumento significativo do pH com o tempo de armazenamento entre cada um dos tempos subseqüentes registrando-se, do início ao final do armazenamento, um aumento de 14,52%.

Semelhantemente às amostras secas a 50 e 60 °C, as amostras secas a 70 °C, acondicionadas na embalagem Laminada 1, apresentaram uma manutenção do pH ligeiramente melhor durante o armazenamento que nas amostras na embalagem Laminada 2; cujo comportamento é devido, à maior proteção proporcionada por esta embalagem às amostras.

No geral e se analisando os valores médios obtidos para o pH da mangaba em pó armazenada na embalagem Laminada 1 e Laminada 2, apresentados nas Tabelas 4.15 a 4.17, constata-se aumento significativo do pH ao longo dos 180 dias de armazenamento. Nos estudos realizados na polpa de umbu em pó armazenado em embalagem laminada durante 60 dias, GALDINO (2003) verificou que o pH se manteve estatisticamente igual nos tempos inicial e final de armazenamento; já GOMES (2004) estudando o armazenamento da acerola em pó, constatou oscilações entre os valores do pH durante 60 dias.

Nota-se que todas as amostras da mangaba em pó durante o período avaliado apresentaram valores de pH acima de 2,80 que, de acordo com a legislação em vigor (BRASIL, 2000) é considerado valor mínimo que a polpa de mangaba deve ter.

Tabela 4.16. Valores médios do pH da polpa da mangaba em pó seca a 70 °C, armazenada em dois tipos de embalagem

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	3,03 f	3,03 g
30	3,11 e	3,11 f
60	3,12 e	3,16 e
90	3,21 d	3,22 d
120	3,30 c	3,33 c
150	3,37 b	3,39 b
180	3,43 a	3,47 a
Média geral	3,22	3,25
Desvio mínimo significativo	0,02	0,02
Coefficiente de variação (%)	0,24	0,32

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

Tem-se na Tabela 4.17, as equações de regressão ajustadas aos dados experimentais do pH em função do tempo de armazenamento, propostas para o cálculo do pH da mangaba em pó obtida nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C e armazenada em dois tipos de embalagem (Laminada 1 e Laminada 2). As análises de variância das regressões se encontram nas Tabelas E.7 a E.12 (Apêndice E).

Para as três temperaturas foi possível obter equações lineares relativamente bem ajustadas aos resultados experimentais, com coeficientes de determinação variando entre mínimos de 0,95 até o valor máximo de 0,99. Os dois melhores ajustes foram obtidos para as amostras a 70 °C. VASCONCELOS et al. (2003) representaram o comportamento do pH de frutos da mangabeira revestidos com biofilme de fécula de mandioca durante o armazenamento (10 dias), a temperatura ambiente, por uma equação quadrática, tendo sido obtido um $R^2 = 0,85$.

Tabela 4.17. Equações de regressão propostas para o cálculo do pH da mangaba em pó obtida a 50, 60 e 70 °C, armazenada em dois tipos de embalagem

Amostra	Embalagem	Equação**	R ²
50 °C	Laminada 1	pH = 2,97 + 2,40t	0,9550
	Laminada 2	pH = 2,96 + 2,73t	0,9587
60 °C	Laminada 1	pH = 3,00 + 2,32t	0,9715
	Laminada 2	pH = 2,97 + 2,67t	0,9462
70 °C	Laminada 1	pH = 3,02 + 2,26t	0,9809
	Laminada 2	pH = 3,02 + 2,46t	0,9910

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

4.5.3. Ácido ascórbico

No Apêndice D, Tabelas D.13 e D.14, tem-se a análise de variância dos valores médios do ácido ascórbico (mg/100g) da mangaba em pó, produzida por secagem a 50 °C, armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, observando-se efeito significativo a 1% de probabilidade.

Na Tabela 4.18 se encontram os valores médios do ácido ascórbico da mangaba em pó seca a 50 °C, armazenada em dois tipos de embalagem em temperatura ambiente, durante 180 dias. Constata-se que o teor de ácido ascórbico inicial da mangaba em pó é muito superior ao da ameixa liofilizada, que foi de 31,2 mg/100 g, determinada por GABAS et al. (2003).

Observa-se que, durante todo o período de armazenamento, o ácido ascórbico apresentou redução significativa nos dois tipos de embalagem, do início ao final do armazenamento, com decréscimos de 60,89 e 75,22% em relação ao valor inicial para as embalagens Laminada 1 e Laminada 2, respectivamente. Constata-se que a embalagem Laminada 1 apresentou melhor manutenção do teor de ácido ascórbico ao longo do armazenamento, comportamento esperado, em razão desta embalagem possuir maior espessura e maior proteção contra a luz proporcionada pela camada metalizada (BOPP metal). Perdas de ácido ascórbico muito pequenas (2-3%) foram constatadas por

FIGUEIRÊDO et al. (2001) ao armazenarem acerola em pó durante um ano em embalagem laminada a temperatura ambiente devido, provavelmente, à incorporação de maltodextrina e goma arábica utilizadas na formulação desidratada em secador por aspersão, que podem ter protegido a acerola tal como uma microcápsula.

Tabela 4.18. Valores médios do ácido ascórbico (mg/100g) da mangaba em pó seca a 50 °C, armazenada em dois tipos de embalagem

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	122,03 a	122,03 a
30	100,22 b	105,65 b
60	75,90 c	76,79 c
90	64,60 d	58,45 d
120	54,71 e	39,13 e
150	51,17 f	34,75 f
180	47,73 g	30,24g
Média geral	73,77	66,51
Desvio mínimo significativo	2,83	2,02
Coefficiente de variação (%)	1,67	1,32

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

No Apêndice D, Tabelas D.15 e D.16, tem-se a análise de variância dos valores médios do ácido ascórbico (mg/100g) da mangaba em pó, produzida por secagem a 60 °C, armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, notando-se efeito significativo a 1% de probabilidade.

Na Tabela 4.19 se encontram os valores médios do ácido ascórbico das amostras submetidas a armazenamento em temperatura ambiente, pelo período de 180 dias.

Observa-se degradação significativa contínua no ácido ascórbico das amostras durante o armazenamento, assim como ocorrido com as amostras produzidas a 50 °C; entre o início e o final do armazenamento ocorreram reduções no ácido ascórbico para as amostras nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, de 59,69 e 67,47%, respectivamente. Perdas inferiores de ácido ascórbico, de aproximadamente 18%, foram observadas por

PRAGATI et al. (2003) ao armazenarem, por 90 dias amla (*Emblica officinalis*) cv. Chaikaiya em pó desidratada em estufa. No presente estudo as perdas de ácido ascórbico da mangaba em pó aos 90 dias de armazenamento foram de 36,19 e 51,69% nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, respectivamente.

Tal como as amostras produzidas a 50 °C, a embalagem Laminada 1 apresentou melhor manutenção do ácido ascórbico durante o armazenamento.

Tabela 4.19. Valores médios do ácido ascórbico (mg/100g) da mangaba em pó seca a 60 °C, armazenada em dois tipos de embalagens

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	119,29 a	119,29 a
30	104,83 b	106,30 b
60	88,27 c	86,81 c
90	76,12 d	57,63 d
120	61,72 e	48,22 e
150	52,28 f	42,33 f
180	48,09 g	38,80 g
Média geral	78,66	71,36
Desvio mínimo significativo	1,94	1,95
Coefficiente de variação (%)	1,07	1,19

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

No Apêndice D, Tabelas D.17 e D.18, tem-se a análise de variância dos valores do ácido ascórbico (mg/100g) da mangaba em pó, produzida por secagem a 70 °C, armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, constatando-se efeito significativo do tempo de armazenamento a 1% de probabilidade.

Na Tabela 4.20 se encontram os valores médios do ácido ascórbico das amostras submetidas a armazenamento em temperatura ambiente, durante 180 dias.

Da mesma forma como ocorreu com as amostras produzidas a 50 e 60 °C, constata-se também uma acentuada redução do ácido ascórbico durante o armazenamento; ao final do qual, se constata uma redução do ácido ascórbico, de 63,38 e 64,84%, em relação ao

valor inicial, respectivamente nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2. A embalagem Laminada 1 manteve melhor o teor de ácido ascórbico durante o armazenamento das amostras, repetindo o desempenho verificado nas amostras produzidas a 50 e 60 °C. MESQUITA et al. (2003) ao armazenarem a temperatura ambiente pedúnculos de caju processados por métodos combinados, relataram que a perda da vitamina C durante 120 dias foi devida sobretudo aos fenômenos difusionais e degradação química, que são favorecidos pela presença de luz, oxigênio, degradação dos sulfitos e condições de armazenamento.

Nota-se que todas as amostras da mangaba em pó, produzidas nas diferentes temperaturas apresentam, ao final dos 180 dias de armazenamento, valores de ácido ascórbico superiores a 26,00 mg/100 g, caracterizando este produto como uma boa fonte de vitamina C, em razão de que, no Brasil, a ingestão diária recomendada (IDR) de vitamina C para adultos é de 45 mg (BRASIL, 2005). Este índice representa a quantidade de proteínas, vitaminas e minerais que deve ser consumida diariamente para atender às necessidades nutricionais da maior parte dos indivíduos de uma população sadia (BRASIL, 2005).

Tabela 4.20. Valores médios do ácido ascórbico (mg/100g) a da mangaba em pó seca a 70 °C, armazenada em dois tipos de embalagem

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	79,54 a	79,54 a
30	67,36 b	63,55 b
60	58,93 c	57,88 c
90	42,55 d	43,54 d
120	34,59 e	34,67 e
150	31,25 f	31,61 f
180	29,13 g	27,97 g
Média geral	49,05	48,39
Desvio mínimo significativo	2,03	1,81
Coefficiente de variação (%)	1,80	1,62

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

Estão expostas na Tabela 4.21 as equações de regressão ajustadas aos dados experimentais do ácido ascórbico (mg/100g) da mangaba em pó, obtida nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, em função do tempo de armazenamento em dois tipos de embalagem (Laminada 1 e Laminada 2). As análises de variância dessas regressões se encontram nas Tabelas E.13 a E.18 (Apêndice E).

Constata-se que os maiores coeficientes de determinação foram obtidos com as equações quadráticas ($R^2 > 0,97$), sendo considerados de boa qualidade; entretanto as equações lineares resultaram também em ajustes razoáveis com $R^2 > 0,89$; e, desta forma, pode-se utilizar qualquer um dos dois tipos de equações para estimar o teor de ácido ascórbico da mangaba em pó, em função do tempo de armazenamento. ANTUNES et al. (2003) também representaram o comportamento da vitamina C durante o armazenamento de frutos de amoreira-preta por equação linear e quadrática com R^2 acima de 0,95.

Tabela 4.21. Equações de regressão propostas para a predição do teor de ácido ascórbico (mg/100g) da mangaba em pó em função do tempo de armazenamento

Amostra	Equação	R ²	
50 °C	Laminada 1	AA = 110,43 – 0,41t (**)	0,8956
		AA = 122,25 – 0,88t – 0,003t ² (**)	0,9961
	Laminada 2	AA = 114,76 – 0,53t (**)	0,9412
		AA = 125,03 – 0,95t + 0,002t ² (**)	0,9872
60 °C	Laminada 1	AA = 115,65 – 0,41t (**)	0,9782
		AA = 120,56 – 0,61t – 0,001t ² (**)	0,9968
	Laminada 2	AA = 115,10 – 0,49t (**)	0,9313
		AA = 124,35 – 0,85t – 0,002t ² (**)	0,9762
70 °C	Laminada 1	AA = 75,60 – 0,30t (**)	0,9421
		AA = 81,11 – 0,52t + 0,001t ² (**)	0,9860
	Laminada 2	AA = 74,30 – 0,29t (**)	0,9489
		AA = 79,40 – 0,49t + 0,001t ² (**)	0,9889

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

4.5.4. Acidez total titulável

No Apêndice D, Tabelas D.19 e D.20, tem-se a análise de variância dos valores médios da acidez total titulável (% ácido cítrico) da mangaba em pó, produzida por secagem a 50 °C, armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, notando-se diferenças significativas a 1% de probabilidade.

Na Tabela 4.22 se encontram os valores médios da acidez total titulável das amostras submetidas a armazenamento em temperatura ambiente, por um período de 180 dias.

A acidez total titulável da mangaba em pó com a eliminação de parte do conteúdo de água da polpa com o processo de secagem, ficou concentrada; daí, seu teor ter ficado muito acima da acidez de mangabas analisadas por SOUZA et al. (2003) oriundas de plantas do Jardim Clonal da Estação Experimental de Mangabeira da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária (EMEPA) em João Pessoa, PB, que variou entre 1,52 e 2,07%.

Na embalagem Laminada 1 a acidez total titulável das amostras apresentou diferenças significativas durante todo o período de armazenamento, atingindo uma redução de 26,17% no final dos 180 dias. Esta redução da acidez durante o armazenamento pode ter sido ocasionada pela degradação oxidativa do ácido ascórbico que depende, dentre alguns fatores, da temperatura de armazenamento e do tipo de embalagem.

Também se observa, na embalagem Laminada 2, comportamento semelhante ocorrendo, nesta embalagem, uma diminuição da acidez entre os tempos inicial e final de 25,41%, valor semelhante ao determinado para a embalagem Laminada 1.

Tabela 4.22. Valores médios da acidez total titulável (% ácido cítrico) da mangaba em pó seca a 50 °C, armazenada em dois tipos de embalagem

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	6,65 a	6,65 a
30	5,97 b	6,21 b
60	5,36 c	5,54 c
90	5,15 d	5,38 d
120	5,03 e	5,22 e
150	4,97 f	5,05 f
180	4,91 g	4,96 g
Média geral	5,44	5,57
Desvio mínimo significativo	0,05	0,07
Coefficiente de variação (%)	0,38	0,52

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

No Apêndice D, Tabelas D.21 e D.22, encontra-se a análise de variância dos valores médios da acidez total titulável (% ácido cítrico) da mangaba em pó, produzida por secagem a 60 °C, armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2; constatam-se diferenças significativas a 1% de probabilidade.

Na Tabela 4.23 se acham os valores médios da acidez total titulável das amostras submetidas a armazenamento em temperatura ambiente, pelo período de 180 dias.

Em ambas as embalagens a acidez total titulável das amostras apresentou reduções gradativas com o tempo, resultando em valores 25,23 e 23,25% menores entre o início e o final do armazenamento, para as embalagens 1 e 2, respectivamente; a acidez nas duas embalagens apresentou valores semelhantes nos três últimos tempos de armazenamento.

Tabela 4.23. Valores médios da acidez total titulável (% ácido cítrico) da mangaba em pó seca a 60 °C, armazenada em dois tipos de embalagem

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	6,58 a	6,58 a
30	6,14 b	6,05 b
60	5,48 c	5,39 c
90	5,35 d	5,26 d
120	5,13 e	5,15 e
150	5,06 f	5,09 f
180	4,92 g	5,05 g
Média geral	5,52	5,51
Desvio mínimo significativo	0,06	0,04
Coefficiente de variação (%)	0,50	0,35

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

No Apêndice D, Tabelas D.23 e D.24, tem-se as análises de variância dos valores médios da acidez total titulável (% ácido cítrico) da mangaba em pó, produzida por secagem a 70 °C, armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, observando-se diferenças significativas a 1% de probabilidade.

Na Tabela 4.24 se encontram os valores médios da acidez total titulável das amostras submetidas a armazenamento em temperatura ambiente, por um período de 180 dias.

Como nas amostras desidratadas a 50 e 60 °C, observam reduções na acidez total titulável das amostras nas duas embalagens, ao longo do tempo. O decréscimo da acidez total titulável entre o início e final do armazenamento, foi de 23,61% para a embalagem 1; para a embalagem Laminada 2 a redução foi, no mesmo período de 21,45%.

Analisando-se, no geral, o comportamento da acidez total titulável das amostras, constatou-se uma redução significativa da mangaba em pó seca a 50, 60 e 70 °C durante o armazenamento, comportamento que também foi observado por SOARES et al. (2001), estudando o armazenamento da acerola em pó, durante 90 dias, a temperatura ambiente em embalagem laminada; para esses pesquisadores, a justificativa para esta redução

significativa se deu em decorrência do fato de que a acidez engloba todos os ácidos presentes no alimento, inclusive o ácido ascórbico, razão por que se admite que qualquer perda verificada em algum dos ácidos constituintes venha interferir neste resultado, justificando o decréscimo observado, uma vez que o produto contém um nível bastante elevado de ácido ascórbico, constatado como um nutriente ácido de grande sensibilidade à degradação.

Tabela 4.24. Valores médios da acidez total titulável (% ácido cítrico) da mangaba em pó seca a 70 °C, armazenada em dois tipos de embalagem

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	6,48 a	6,48 a
30	6,16 a	6,14 b
60	5,50 b	5,48 c
90	5,40 b	5,38 d
120	5,10 bc	5,28 e
150	5,25 bc	5,16 f
180	4,95 c	5,09 g
Média geral	5,55	5,57
Desvio mínimo significativo	0,41	0,04
Coefficiente de variação (%)	3,23	0,29

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

Apresentam-se, na Tabela 4.25, as equações de regressão ajustadas aos dados experimentais da acidez total titulável (% ácido cítrico) em função do tempo de armazenamento, propostas para o cálculo da acidez total titulável da mangaba em pó obtida nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C e armazenada em dois tipos de embalagem (Laminada 1 e Laminada 2). As análises de variância dessas regressões se encontram nas Tabelas E.19 a E.24 (Apêndice E). Observa-se que em todas as amostras as regressões lineares foram significativas a 1% de probabilidade apresentando coeficientes de determinação acima de 0,80.

Tabela 4.25. Equações de regressão propostas para a predição da acidez total titulável (% ácido cítrico) da mangaba em pó, ao longo do armazenamento

Amostra		Equação	R ²
50° C	Laminado 1	ATT = 6,24 – 0,0091t (**)	0,8051
	Laminado 2	ATT = 6,40 – 0,009t (**)	0,8931
60° C	Laminado 1	ATT = 6,32 – 0,009t (**)	0,8883
	Laminado 2	ATT = 6,23 – 0,008t (**)	0,8083
70° C	Laminado 1	ATT = 6,27 – 0,008t (**)	0,8631
	Laminado 2	ATT = 6,25 – 0,008t (**)	0,8491

ATT – acidez total titulável (% ácido cítrico); t – tempo (dia); (**) significativo a 1% de probabilidade (p – valor < 0,01)

4.5.5. Açúcares redutores

No Apêndice D, Tabelas D.25 e D.26, tem-se a análise de variância dos valores médios dos açúcares redutores (% de glicose) da mangaba em pó, produzida por secagem a 50 °C, armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, notando-se efeito significativo a 1% de probabilidade.

Na Tabela 4.26 se encontram os valores médios dos açúcares redutores das amostras submetidas a armazenamento em temperatura ambiente, pelo período de 180 dias.

Constata-se tendência de redução ao longo do tempo nos valores médios dos açúcares redutores das amostras, em ambas as embalagens totalizando, entre o início e o final do armazenamento, 25,27% na embalagem Laminada 1 e 32,30% na embalagem Laminada 2.

Os açúcares redutores da mangaba em pó no início e durante todo o armazenamento, são quantitativamente altos, sendo superiores ao do bagaço de abacaxi em pó, desidratado em estufa a vácuo a 65 °C e triturado em processador doméstico, que foi de 32,94 ± 0,63% de glicose (COSTA et al., 2007).

Tabela 4.26. Valores médios dos açúcares redutores (% de glicose) da mangaba em pó a 50 °C, armazenada em dois tipos de embalagem

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	53,90 a	53,90 a
30	50,87 b	50,06 b
60	48,56 c	44,80 c
90	47,04 d	42,30 d
120	44,43 e	40,34 e
150	41,86 f	39,06 e
180	40,28 g	36,49 f
Média geral	46,71	43,86
Desvio mínimo significativo	1,47	1,40
Coefficiente de variação (%)	1,37	1,39

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

No Apêndice D, Tabelas D.27 e D.28, tem-se a análise de variância dos valores médios dos açúcares redutores (% de glicose) da mangaba em pó, produzida por secagem a 60 °C, armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, constatando-se efeito significativo a 1% de probabilidade.

Na Tabela 4.27 se encontram os valores médios dos açúcares redutores das amostras submetidas a armazenamento em temperatura ambiente, por um período de 180 dias.

Nota-se uma tendência de redução ao longo do tempo entre os valores médios dos açúcares redutores totalizando, ao final do armazenamento, 22,78% na embalagem Laminada 1 e 33,45% na embalagem Laminada 2. As amostras mantiveram o mesmo comportamento observado no material produzido na temperatura de 50 °C.

Tabela 4.27. Valores médios dos açúcares redutores (% de glicose) da polpa da mangaba em pó a 60 °C, armazenada em dois tipos de embalagem

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Laminado 1	Laminado 2
0	52,41 a	52,41 a
30	50,11 b	49,94 b
60	47,77 c	44,87 c
90	45,85 d	41,72 d
120	43,73 e	38,71 e
150	41,96 f	36,52 f
180	40,47 g	34,88 g
Média geral	46,04	42,72
Desvio mínimo significativo	0,94	0,79
Coefficiente de variação (%)	0,89	0,80

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

No Apêndice D, Tabelas D.29 e D.30, tem-se a análise de variância dos valores médios dos açúcares redutores (% de glicose) da mangaba em pó, produzida por secagem a 70 °C, armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2; observa-se efeito significativo da fonte de variação a 1% de probabilidade.

Na Tabela 4.28 se encontram os valores médios dos açúcares redutores das amostras submetidas a armazenamento em temperatura ambiente, durante 180 dias.

Confirma-se a tendência de redução nos valores médios dos açúcares redutores ao longo do tempo, já constatada nas amostras produzidas a 50 e 60 °C totalizando, ao final do armazenamento, 19,52% na embalagem Laminada 1 e 30,14% na embalagem Laminada 2; nota-se que a embalagem Laminada 1 manteve melhor os teores iniciais desse constituinte para as amostras das três temperaturas.

De acordo com os resultados obtidos, nota-se elevada concentração dos açúcares redutores da mangaba em pó seca a 50, 60 e 70 °C, quando comparada com o teor da polpa de mangaba *in natura* que possui em torno de 7,69% de glicose (Tabela 4.1). Este aumento nos açúcares redutores é decorrente da eliminação de parte da água do produto no processo

de secagem, conduzindo a uma concentração nesses teores, que também foi verificada por ALEXANDRE (2005) em trabalho com desidratação de pitanga.

No geral e se analisando o comportamento dos açúcares redutores durante o armazenamento da mangaba em pó seca a 50, 60 e 70 °C, constata-se redução significativa; este mesmo comportamento foi observado por LOUREIRO (2006), estudando o armazenamento do butiti em pó, seco a 50, 60 e 70 °C; o referido pesquisador justificou que ditos decréscimos nos açúcares redutores, estão relacionados, provavelmente ao aumento da umidade, que provoca a diluição dos constituintes dos alimentos, por se tratar de um produto desidratado, não se percebendo qualquer outro tipo de reação, tal como fermentação, que é responsável pelo consumo dos açúcares redutores.

Tabela 4.28. Valores médios dos açúcares redutores (% de glicose) da polpa da mangaba em pó a 70 °C, armazenada em dois tipos de embalagem

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	51,03 a	51,03 a
30	48,00 b	46,66 b
60	45,69 c	44,31 c
90	43,55 d	42,60 d
120	43,25 d	38,87 e
150	42,74 d	37,27 f
180	41,07 e	35,65 g
Média geral	45,04	42,34
Desvio mínimo significativo	0,83	0,79
Coefficiente de variação (%)	0,80	0,82

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

Apresentam-se na Tabela 4.29, as equações de regressão ajustadas aos dados de açúcares redutores (% glicose) em função do tempo de armazenamento, propostas para o cálculo de açúcares redutores da mangaba em pó, obtida nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C e armazenada em dois tipos de embalagem (Laminada 1 e Laminada 2). As análises de variância dessas regressões se encontram nas Tabelas E.25 a E.30 (Apêndice E).

Tabela 4.29. Equações de regressão propostas para a predição do teor de açúcares redutores (% glicose) da polpa da mangaba em pó, ao longo do armazenamento

Amostra	Equações	R ²
50° C	Laminado 1 AR = 53,46 – 0,075t (**)	0,9943
	Laminado 2 AR = 52,29 – 0,094t (**)	0,9523
60° C	Laminado 1 AR = 52,05 – 0,067t (**)	0,9952
	Laminado 2 AR = 51,89 – 0,102t (**)	0,9776
70° C	Laminado 1 AR = 49,63 – 0,051t (**)	0,9161
	Laminado 2 AR = 49,88 – 0,084t (**)	0,9789

AR – açúcares redutores (% glicose); t – tempo (dia); (**) significativo a 1% de probabilidade (p – valor < 0,01).

4.5.6. Cinzas

No Apêndice D, Tabelas D.31 e D.32, tem-se as análises de variância dos valores médios das cinzas da mangaba em pó, produzida por secagem a 50 °C, armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2; observa-se efeito significativo a 1% de probabilidade.

Tem-se na Tabela 4.30, encontram-se os valores médios das cinzas da mangaba em pó, produzida por secagem a 50 °C, submetida a armazenamento em temperatura ambiente por um período de 180 dias, em dois tipos de embalagem. Observa-se, na embalagem Laminada 1 que, de forma geral, não houve variação das cinzas durante o armazenamento, apresentando casos isolados de médias com diferenças significativas, não significando, porém, que houve alterações das cinzas com o tempo de armazenamento, o que se deve as variações naturais entre as amostras. Na embalagem Laminada 2 as médias das cinzas durante o armazenamento foram estatisticamente iguais.

O teor de cinzas da mangaba em pó seca a 50 °C durante todo o período de armazenamento nas duas embalagens é semelhante ao da casca do abacaxi em pó determinado por COSTA et al. (2007), ou seja, de $2,03 \pm 0,32\%$.

Tabela 4.30. Valores médios das cinzas da mangaba em pó a 50 °C armazenada em dois tipos de embalagem

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	2,18 ab	2,18 a
30	2,15 b	2,17 a
60	2,23 ab	2,19 a
90	2,25 a	2,21 a
120	2,24 a	2,20 a
150	2,19 ab	2,18 a
180	2,21 ab	2,17 a
Média geral	2,21	2,18
Desvio mínimo significativo	0,08	0,08
Coefficiente de variação (%)	1,67	1,59

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

Nas Tabelas D.33 e D.34, do Apêndice D, tem-se as análises de variância dos valores médios das cinzas da mangaba em pó produzida por secagem a 60 °C, armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, observando-se efeito significativo a 1% de probabilidade.

Na Tabela 4.31 se encontram os valores médios das cinzas da mangaba em pó produzida por secagem a 60 °C, submetida ao armazenamento em temperatura ambiente por um período de 180 dias, em dois tipos de embalagem. Constatam-se, nas duas embalagens, oscilações nos valores médios das cinzas durante o armazenamento, entretanto entre o valor inicial e o final não existem diferenças significativas; diante esses valores observados, pode-se considerar que não houve alteração das cinzas com o tempo de armazenamento, as diferenças significativas existentes são em razão das diferenças encontradas entre as partículas da amostra que pode apresentar, em alguns casos, concentração de determinado componente da formulação ocorrida durante a secagem.

Constata-se que o teor de cinzas da mangaba em pó seca a 60 °C durante o período de armazenamento, é próximo ao valor de 2,70% determinado por VIZEU et al. (2005) para multimistura à base de farelo de trigo, fubá de milho, folhas de mandioca e couve e

sementes de abóbora, significando que a mangaba em pó é um produto com alto teor de minerais.

Tabela 4.31. Valores médios das cinzas da polpa da mangaba em pó a 60 °C armazenada em dois tipos de embalagem

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	2,65d	2,65bc
30	2,68cd	2,64bc
60	2,73b	2,68ab
90	2,80a	2,73a
120	2,76ab	2,69ab
150	2,72bc	2,63bc
180	2,67cd	2,59c
Média geral	2,71	2,66
Desvio mínimo significativo	0,05	0,07
Coefficiente de variação (%)	0,83	1,08

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

Tem-se no Apêndice E, Tabelas D.35 e D.36, as análises de variância dos valores médios das cinzas da mangaba em pó, produzida por secagem a 70 °C, armazenada nas embalagens Laminada 1 e Laminada 2, observando-se efeito significativo a 1% de probabilidade.

Tem-se na Tabela 4.32, os valores médios das cinzas da mangaba em pó produzida por secagem a 70 °C, submetida a armazenamento em temperatura ambiente, por um período de 180 dias, em dois tipos de embalagem. Verifica-se, na embalagem Laminada 1, que os dois primeiros valores são estatisticamente iguais ao último valor, o coeficiente de variação foi abaixo de 2%, o desvio mínimo significativo muito pequeno e as médias variaram apenas entre 2,65 e 2,84%; verifica-se, com esses valores, que as cinzas da mangaba em pó não se alteraram com o tempo de armazenamento, as diferenças significativas entre as médias podem ser em virtude da produção do pó ter ocorrido em

vários lotes. Para as amostras armazenadas na embalagem Laminada 2 também se deve considerar que não houve alteração do teor de cinzas com o tempo de armazenamento.

Tabela 4.32. Valores médios das cinzas da polpa da mangaba em pó a 70°C armazenada em dois tipos de embalagem

Tempo de armazenamento (dia)	Embalagem	
	Laminada 1	Laminada 2
0	2,66cd	2,66ab
30	2,65d	2,55d
60	2,83ab	2,68ab
90	2,84 a	2,70 a
120	2,81ab	2,70 a
150	2,74bc	2,64bc
180	2,70cd	2,60c
Média geral	2,75	2,65
Desvio mínimo significativo	0,09	0,05
Coefficiente de variação (%)	1,41	0,79

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

4.5.7. Luminosidade

No Apêndice D, Tabelas D.37 a D.42, tem-se as análises de variância dos valores médios do parâmetro luminosidade (L^*) das amostras da mangaba em pó submetidas a armazenamento em temperatura ambiente, por um período de 180 dias; nas embalagens laminadas constata-se que os resultados apresentaram efeito significativo da fonte de variação a 1% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 4.33, estão os valores médios do parâmetro luminosidade das amostras da mangaba em pó acondicionadas nas embalagens laminadas durante o armazenamento. Os valores da luminosidade no tempo zero diminuíram com o aumento da temperatura de secagem, fato também observado por KARIM & WAI (1999) ao avaliarem a cor da carambola em pó desidratada pelo processo de secagem em camada de espuma.

A luminosidade apresentou tendência de diminuição com o tempo de armazenamento. Como a escala da luminosidade varia de 0 (preto) a 100 (branco) e ocorreram reduções com o tempo, isto significa que houve escurecimento das amostras provocado, provavelmente pela oxidação do ácido ascórbico, aeróbica ou anaeróbica, ambas levando à formação de furaldeídos, compostos que polimerizam facilmente com formação de pigmentos escuros (BOBBIO & BOBBIO, 1995). Outro fator causador pode ter sido o escurecimento não enzimático decorrente do alto conteúdo de açúcares redutores. SOUSA et al. (2003) também levantaram a hipótese do escurecimento da banana desidratada durante o armazenamento ser causada pela grande quantidade de açúcares presentes e pela ausência de aditivos para preservação da cor.

Verifica-se, em todas as amostras, que existe diferença significativa entre o valor no início (tempo zero) e o valor no final (180 dias) do armazenamento, resultando em reduções na luminosidade no final do armazenamento, maiores na embalagem Laminada 2; este comportamento era esperado em razão da embalagem Laminada 2 ter menor proteção em relação à passagem da luz e a permeabilidade ao ar e ao oxigênio contribuindo para a maior degradação da amostra. As reduções da luminosidade no final do armazenamento na embalagem Laminada 1 foram de 42,30; 14,22 e 16,61%, para as amostras secas a 50, 60 e 70 °C, respectivamente, e na embalagem Laminada 2 de 53,33; 22,13 e 17,64%, para as amostras secas a 50, 60 e 70 °C, respectivamente. ALEXANDRE (2005) encontrou também redução no valor da luminosidade de 10,7%, ao armazenar, em temperatura ambiente, pitanga em pó em embalagem laminada após 60 dias de estocagem.

Percentualmente, essas diminuições da luminosidade no final do armazenamento não foram maiores nas temperaturas de secagem mais altas, em razão de que, durante o processo de secagem, referidas amostras nas temperaturas mais altas já tinham passado por um intenso processo de escurecimento. De acordo com KARIM & WAI (1999) o escurecimento das amostras da carambola em pó desidratadas por secagem em camada de espuma, pode ser atribuído ao escurecimento não enzimático ou caramelização dos açúcares, que ocorre durante o processo de secagem.

Tabela 4.33. Valores médios da luminosidade (L*) da mangaba em pó desidratada a 50, 60 e 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens

Tempo de armazenamento (dia)	Laminada 1			Laminada 2		
	50 °C	60 °C	70 °C	50 °C	60 °C	70 °C
0	86,99a	65,76b	57,03a	86,99a	65,76a	57,03a
30	65,16b	66,70a	54,64b	65,47b	65,66b	56,57b
60	63,72b	62,72c	54,44c	61,64c	63,24c	56,24c
90	60,15c	60,33d	54,06d	62,44c	57,87d	56,13d
120	58,05cd	58,43e	51,96e	56,49d	56,67e	49,05e
150	55,75d	57,79e	48,70f	47,01e	51,76f	47,11f
180	50,19e	56,41f	47,56g	46,39e	51,21g	46,97g
MG	62,86	61,16	52,63	60,92	58,89	52,73
DMS	2,88	0,64	0,01	1,57	0,03	0,01
CV (%)	1,65	0,38	0,004	0,92	0,02	0,004

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

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

4.5.8. Intensidade de vermelho

No Apêndice D, Tabelas D.43 a D.48, tem-se as análises de variância dos valores médios do parâmetro intensidade de vermelho (+a*) das diferentes amostras da mangaba em pó submetidas a armazenamento em temperatura ambiente, por um período de 180 dias; nas duas embalagens laminadas verifica-se que os resultados apresentam efeito significativo a 1% de probabilidade.

Na Tabela 4.34 tem-se os resultados dos valores médios do parâmetro intensidade de vermelho (+a*) durante o armazenamento das diferentes amostras da mangaba em pó acondicionadas nas duas embalagens laminadas; para a amostra desidratada a 50 °C, verifica-se comportamento diferenciado das demais amostras com os valores médios da intensidade de vermelho aumentando com o tempo de armazenamento; para as amostras desidratadas a 60 e 70 °C, tem-se que os valores médios da intensidade de vermelho diminuíram com o tempo de armazenamento; a redução dos valores de +a* significa que as amostras se tornaram menos vermelhas e o seu aumento representa que a amostra se tornou

mais vermelha. PEREIRA et al. (2006) também mostraram uma diminuição acentuada na intensidade de vermelho do tomate em pó entre o tempo inicial (tempo zero) e o tempo final (60 dias) de armazenamento.

Tabela 4.34. Valores médios da intensidade de vermelho (+a*) da mangaba em pó desidratada a 50, 60 e 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens

Tempo de armazenamento (dia)	Laminada 1			Laminada 2		
	50 °C	60 °C	70 °C	50 °C	60 °C	70 °C
0	13,20g	31,59a	31,87a	13,20g	31,59a	31,87a
30	16,96f	31,43b	31,43b	17,45f	28,44b	27,25b
60	23,10e	30,08c	29,41c	23,76e	28,05c	27,00c
90	24,34d	28,85d	28,21d	23,79d	25,76d	26,72d
120	27,71b	28,80e	27,56e	23,83c	24,23e	25,15e
150	24,89c	28,05f	26,90f	26,74b	9,25f	24,33f
180	32,29a	27,57g	23,42g	29,19a	7,03g	23,68g
MG	22,93	29,48	28,40	22,57	22,05	26,57
DMS	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
CV (%)	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

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

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

4.6.9. Intensidade de amarelo

No Apêndice D, Tabelas D.49 a D.54, tem-se as análises de variância dos valores médios do parâmetro intensidade de amarelo (+b*) das amostras de mangaba em pó submetidas a armazenamento em temperatura ambiente, por um período de 180 dias, acondicionadas nos dois tipos de embalagem laminada; verifica-se que os resultados apresentam efeito significativo da fonte de variação a 1% de probabilidade pelo teste F.

Os valores médios do parâmetro intensidade de amarelo (+b*) das amostras de mangaba em pó se encontram na Tabela 4.35; analisando-se o comportamento de (+b*), constata-se diminuição da intensidade de amarelo com o tempo de armazenamento, em

todas as amostras nas diferentes embalagens, significando que as amostras se tornaram menos amarelas, confirmando o escurecimento com o tempo de estocagem; comportamento que também foi observado por GALDINO (2003) ao armazenar o umbu em pó em embalagem de polietileno, durante 60 dias.

Tabela 4.35. Valores médios da intensidade de amarelo (+b*) da mangaba em pó desidratada a 50, 60 e 70 °C, durante o armazenamento nas diferentes embalagens

Tempo de armazenamento (dia)	Laminada 1			Laminada 2		
	50 °C	60 °C	70 °C	50 °C	60 °C	70 °C
0	34,68a	33,34a	32,95a	34,68a	33,34a	32,95a
30	34,01b	29,42b	32,22b	29,48b	33,31b	29,85b
60	29,57c	28,87c	28,44c	29,10c	31,86c	29,37c
90	29,02d	28,68e	27,96d	28,24d	31,73d	28,70d
120	28,78e	28,71d	27,66e	26,12e	29,86e	27,83e
150	27,74f	28,31f	26,34f	24,28f	28,67f	27,13f
180	22,03g	27,74g	26,12g	22,07g	27,86g	26,03g
MG	29,40	29,30	28,81	27,71	30,95	28,84
DMS	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
CV (%)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

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

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

5. CONCLUSÕES

- A adição de aditivos à polpa integral, resultou em acréscimo no teor de sólidos solúveis totais, redução nos teores de sólidos totais, cinzas, ácido ascórbico, acidez total titulável e açúcares redutores e manutenção do pH.

- O aumento da temperatura de secagem de 50 para 70 °C. provocou redução de 40% no tempo de secagem.

- Os modelos de Cavalcanti Mata, Henderson & Pabis e Page se mostraram adequados para a predição das curvas de secagem em camada de espuma da polpa de mangaba, com melhor desempenho do modelo de Cavalcanti Mata

- As isotermas foram classificadas como do Tipo II e os modelos de GAB, Peleg e Oswin se mostraram adequados para a estimativa das isotermas de adsorção de umidade da mangaba em pó, com os melhores ajustes pelo modelo de Peleg.

- O emprego das temperaturas de secagem de 50, 60 e 70 °C na produção da mangaba em pó influenciou significativamente o teor de ácido ascórbico, acidez total titulável, açúcares redutores e cor.

- De maneira geral, durante o armazenamento da mangaba em pó acondicionada em dois tipos de embalagens laminadas houve tendência de aumento da umidade e do pH com o tempo de estocagem; para o teor de ácido ascórbico, acidez total titulável, açúcares redutores, luminosidade e intensidade de amarelo, ocorreu tendência de redução com o tempo de armazenamento, enquanto para as cinzas a tendência foi de estabilidade com o tempo de armazenamento.

- De modo geral, as embalagens utilizadas para armazenar a mangaba em pó não forneceram proteção satisfatória visto que permitiram a troca de umidade do produto com a atmosfera ambiente não impedindo, portanto, o escurecimento das amostras.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR FILHO, S. P.; BOSCO, J.; ARAÚJO, I. A. **A mangabeira (*Hancornia speciosa*): domesticação e técnicas de cultivo**. João Pessoa: EMEPA, 1998. 26 p.

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.

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

AL-MUHTASED, A. H.; MCMINN, W. A. M.; MAGEE, T. R. A. Water sorption isotherms of starch powders – Part 1. mathematical description of experimental data. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 61, n. 3, p. 297-307, 2004.

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 (CONBEA), 35., 2006, João Pessoa.. **Anais...** João Pessoa: SBEA, 2006. CD Rom.

ALEXANDRE, H. V.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Isotermas de adsorção de umidade da pitanga em pó. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 11-20, 2007.

ALONSO, G. M. **Influencia de la temperatura, el envase y la atmósfera en la conservación de uvas pasas y de albaricoques deshidratados**. 2003. 310 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química), Universitat de Valencia.

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

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 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, 2005. CD Rom.

ALVES, R. M. V. **Embalagem para frutas e hortaliças desidratadas e frutas secas**. Campinas : CETEA/ITAL, 2001.12p.

ALVES, R. M. V.; BORDIM, M. R.; GARCIA, E. E. C. Aplicação de um modelo matemático na estimativa da vida-de-prateleira de biscoitos “cream craker”. **Coletânea do ITAL**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 89-101, 1996.

ALVES, R. E.; CARNELOSSI, M. A. G.; SILVA, S. de M.; FIGUEIREDO, R. W de.; Colheita e pós-colheita de mangaba. In.: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA MANGABA, 1., 2003, Aracaju. **Anais...** Aracaju: EMBRAPA, 2003. CD Rom.

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

ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, J.; SOUZA, C. M. Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 413-419, 2003.

APENBURG, O. R. O. **Desidratação do côco pelo processo “foam-mat” (côco em pó)**. 1971. 37 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Faculdade de Ciências dos Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

AROLA, F. M. **Isolamento e caracterização da goma da mangaba**. 1982. 118f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

ARTÉS, I.; MINGUÉZ, M. I.; HORNERO, D. Analysing changes in fruit pigments. In: MACDOUGALL, D. B. **Color in food**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2002. 379p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16. ed. Gaithersburg: Patricia Cunniff, 1997. v. 2, 1141p.

ÁVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. Frutos dos Cerrados: preservação gera muitos frutos. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 3, n. 15, p. 36-41, 2000.

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

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N de. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998. 316p.

BASTOS, D. S.; SOARES, D. M. B. G.; ARAÚJO, K. G. L.; VERRUMA-BERNARDI, M. R. Desidratação da polpa de manga “Tommy Atkins” utilizando a técnica de foam mat drying: avaliações químicas, físico-químicas e sensoriais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 8, n. 4, p. 283-290, 2005.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 31, n. 4, p. 507-513, 1998.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Química do processamento de alimentos**. Campinas: Fundação Cargil, 1985. 306 p.

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

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, P. A. **Química do Processamento de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1992b. 145 p.

BLASCO, R.; ESTEVE, M. J.; FRÍGOLA, A.; RODRIGO, M. Ascorbic acid degradation kinetics in mushrooms in high-temperature short-time process controlled by a thermoresistometer. **Lebensmittel Wissenschaft Und Technologie**. London, v. 37, n. 2, p. 171-175, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria n.º 544, de 16 de novembro de 1998. Aprova os “Regulamentos Técnicos para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade, para refresco, refrigerante, preparado ou concentrado líquido para refresco ou refrigerante, preparado sólido para refresco, xarope e chá pronto para o consumo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 de nov. 1998. Seção 1.

BRASIL, I. M.; GUIMARAES, A. C. L. **Curso de tecnologia de processamento de sucos e polpas tropicais: química e bioquímica de processamento**. Brasília: ABEAS, 1998. v.5, 109p.

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

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC n.º 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o “Regulamento Técnico Sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais.

BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W. B.; HALL, C. W. **Drying and storage of grains and oilseed**. Westport: The AVI Publishing Company, 1992. 450 p.

CALIL, R. M.; AGUIAR, J. **Aditivos nos alimentos**. São Paulo: ed. R M. Calil, 1999. 139p.

CAMPOS, L. R.; TREPTOW, R. O.; SOARES, G. J. D. Influência da inertização com nitrogênio na vida de prateleira de leite em pó integral acondicionado em embalagens metalizadas flexíveis. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 4, n. 2, p. 130-137, 1998.

CANO-CHAUCA, M.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C.; MARQUES, J. A.; SILVA, P. I. Curvas de secagem e avaliação da atividade de água da banana passa. **B. Cepa**, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 121–132, 2004.

CARVALHO, MANTOVAN, D. M. B; CARVALHO, P. R. N.; MORAES, R. M. de. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1990. 121p.

CARVALHO, S. M. L. **Determinação de isotermas de adsorção da farinha d'água obtida de mandioca (*Manihot esculenta*)**. 1994. Especialização (Especialização em Tecnologia de Alimentos) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Pará, Belém.

CARVALHO, M. O.; FONSECA, A. A. O.; SANTOS JUNIOR, A. B. S.; HANSEN, D. S.; RIBEIRO, T. A. D. Caracterização física, organolépticas, química e físico-química dos frutos de mangabeiras (*Hancornia speciosa* Gomes) da região do Conde – BA. In.: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA MANGABA, 1., 2003, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. CD Rom.

CARVALHO, M. O.; FONSECA, A. A. O.; SANTOS JÚNIOR, A. B.; HANSEN, D. S.; RIBEIRO, T. A. D. **Caracterização física, organolépticas, química e físico-química dos frutos de mangabeiras (*Hancornia speciosa* Gomes) da região do Conde-BA**. Disponível em:<<http://dados\fruta\mangaba\890.htm>>. Acesso em: 29 jul 2006.

CARDOSO, R. L.; FERREIRA, V. L.; MONTGOMERY, M. W.; YOTSUYANAGI, K. Efeito do tempo, luz e temperatura na cor da geléia de jambo vermelho (*Eugenia malaccensis* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 28-31, 1997.

CAURIE, M. The derivation of the GAB adsorption equation from the BDDT adsorption theory. **International Journal of Food Science and technology**, Oxford, v. 41, n. 2, p. 173-179, 2006.

CAPRISTE, G. H.; ROTSTEIN, E. Prediction of sorption equilibrium data for starch-containing foodstuffs. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 47, p. 1501-107, 1982.

CHAVES, M. da C. V.; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; LEITE, J. C. A. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 2, 2004.

CHAVES, J. B. P. **Controle de qualidade para indústria de alimentos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 31 p.

CHAVES, J. B. P. **Noções de microbiologia e conservação de alimentos**. Viçosa: UFV, 1993. 113 p.

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

CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2000. 785p.

CHITARRA, M. I. F. **Colheita e qualidade de produtos vegetais**. Poços de Caldas: UFLA/SBEA, 1998. 58 p.

CIABOTTI, E. D.; BRAGA, M. E. D.; CAVALCANTI-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.

COSTA, J. M. C.; FELIPE, E. M. F.; MAIA, G. A.; BRASIL, I. M.; HERNANDEZ, F. H. Comparação dos parâmetros físico-químicos e químicos de pós alimentícios obtidos de resíduos de abacaxi. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n.2, p. 228,232, 2007.

CRUESS, W. V. **Produtos industriais de frutas e hortaliças**. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. 959p.

CRUZ, G. A. **Desidratação de alimentos**. São Paulo: Globo, 1990. 270p.

DIAMANTE, L. M.; MUNRO, P. A. Mathematical modelling of the thin layer solar drying of sweet potato slices. **Solar Energy**, v. 51, n. 4, p. 271–276, 1993.

DUARTE, A. J.; CARREIRA, R. L.; JUNQUEIRA, R. G.; COELHO, J. V.; SILVESTRE, M. P. C. **Propriedades emulsionantes e solubilidade da caseína bovina: 2. efeito da adição de NaCl**. 1998. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 3, p. 303-308, 1998.

DUARTE, M. E. M.; MATA, M. E. R. M. C.; PAIVA, B. R. de. Propriedade termofísicas da polpa de mangaba a baixas e ultra-baixas temperaturas: densidade e calor específico. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, Especial, n.1, p.19-29, 2003.

DZIEZAK, J. D. A focus on gums. **Food Technology**, Chicago, v. 45, n. 3, p. 117-132, 1991.

ERENTURK, S.; GULABOGLU, M. S.; GULTEKIN, S. The effects of cutting and drying medium on the vitamin C content of rosehip during drying. **Journal of Food Enguneering**, Oxford, v. 68, n. 4, p. 513-518, 2005.

ESPÍNDOLA, A. C. M. **Aspectos da nutrição mineral da mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomez)**. 1999. 88 f. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

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

EVANGELISTA, J. **Tecnologia dos alimentos**. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 1994. 270p.

FELLOWS, P. **Tecnología del procesado de los alimentos: principios y prácticas**. Zaragoza: Acribia, 1994. 549p.

FERREIRA, M. B. Frutos comestíveis do Distrito Federal: III - Piqui, mangaba, marola e mamãozinho. **Cerrado**, Brasília, v. 3, n. 20, p. 22-25, 1973.

FERREIRA, D.; NARIAN, N. Caracterização química da mangaba (*hancornia speciosa* gomes) do tipo “rio tinto” em três estádios de maturação. In.: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA MANGABA, 1, 2003, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. CD Rom.

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

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: CONGRESO LATINOAMERICANA Y DEL CARIBE DE INGENIERIA AGRÍCOLA, 2000, Irapuato. **Anais...** Irapuato, 2000.

FIGUEIRÊDO, R. M. F. **Caracterização físico-química do suco e pó de acerola (*Malpighia puniceifolia*, L.)**. 1998. 184 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FIGUEIRÊDO, R. M. F.; MARTUCCI, E. Moisture adsorption isotherms of microencapsulated west indian cherry juice. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WATER MANAGEMENT IN THE DESIGN AND DISTRIBUTION OF QUALITY FOODS (ISOPOW), 7., 1998. **Proceedings...** Helsinki: ROOS, Y. H., 1998. p.165-169.

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.

FONSECA, A. A. O.; HANSEN, D, de S.; SILVA, S. A.; HANSEN, O. A. de S.; SANTOS, S. B dos.; Caracterização de frutos nativos da mangabeira (*hancornia speciosa*) em Andaraí-Ba. In.: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA MANGABA, 1., 2003, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. CD Rom.

FONSECA, A. A. O.; FOLEGATTI, M. I. S.; HANSEN, D. S.; SANTOS, S. B.; SILVA, S. A. Otimização da formulação de néctar de mangaba. In.: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA MANGABA, 1., 2003, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. CD Rom. p. 1-6.

FRANCO, G. **Tabela de composição química de alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 1998. 307p.

FRANCO, C. F. O.; CAZÉ FILHO, J.; BARREIRO NETO, M.; ARAÚJO, I. A. de.; MATIAS, E. C.; MENINO, I. B.; LIMA, I. X. de.; MARINHO, S. J. O.; FONTINÉLLI, I. S. C. **Mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomez)**. João Pessoa: EMEPA, 2003.

GABAS, A. L.; TELIS-ROMERO, J.; MENEGALLI, F. C. Cinética de degradação do ácido ascórbico em ameixas liofilizadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. supl., p. 66-70, 2003.

GABAS, A. L.; TELIS, V. R. N.; SOBRAL, P. J. A.; TELIS-ROMERO, J. Effect of maltodextrin and arabic gum in water vapor sorption thermodynamic properties of vacuum dried pineapple pulp powder. **Journal of Food Engineering**, v. 82, p. 246-252, 2007.

GALDINO, P. O.; QUEIROZ, A. J de. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F de.; SILVA, R. N. G da. Avaliação da estabilidade da polpa de umbu em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.5, n.1, p. 73-80, 2003.

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.

GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; FARIAS, E. S.; SILVA, M. M.; CHAVES, M. C. V.; REGIS, L. S. Determinação das curvas de secagem em frutos de cajá. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 65-68, 2003.

GOULA, A. M.; KARAPANTSIOS, T. D.; ACHILIAS, D. S.; ADAMOPOULOS, K. G. Water sorption isotherms and glass transition temperature of spray dried tomato pulp. **Journal of Food Engineering**, v. 85, n. 1, p. 73-83, 2008.

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

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

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.

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

HARRIS, R. S. Effects of agricultural practices on foods of plant origin. In: HARRIS, R. S.; KARMAS, E. **Nutritional evaluation of food processing**. Connecticut: AVI Publishing, 1977. cap. 6, p. 33-57

HENDERSON, S. M.; PABIS, S. Grain drying theory: I. Temperature effect on drying coefficient. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 6, n. 3, p. 169–174, 1961.

HENSHALL, J. D. Ascorbic acid in fruit juices and beverages. In: COUNSELL, J. N.; HORNING, D. H. **Vitamin C (ascorbic acid)**. London: Applied Science, 1981.

JAIME, S. B. M.; ALVES, R. M. V.; SEGANTINI, E. Estabilidade do molho de tomate em diferentes embalagens de consumo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 193-199. 1998.

KAREL, M. Water activity and food preservation. In: FENNEMA, O. R. **Principles of food science: physical principles of food preservation**. New York, Marcel Dekker, 1975. v. 4, p. 237-265.

KARIM, A. A.; WAI, C. C. Foam-mat drying of starfruit (*Averrhoa carambola* L.) purée: stability and air drying characteristics. **Food Chemistry**, v. 64, p. 337-343, 1999.

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.

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.

KEEY, R. B. **Drying principles and practice**. Oxford: Pergamon Press, 1972. 358 p.

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.

LABUZA, T. P. The effect of water activity on reaction kinetics of food deterioration. **Food Technology**, Chicago, v. 36, n. 4, p. 92-97, 1980.

LANDROCK, A. H.; PROCTOR, B. E. A new graphical interpolation method for obtaining humidity equation data, with special reference to its role in food packaging studies. **Food Technology**, Chicago, v. 5, n. 8, p. 332-337, 1951.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food**. New York: Chapman & Hall, 1998. 819 p.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, Oxford, v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000.

LEITÃO, M. F. F. Microbiologia de frutas tropicais e seus produtos. In: **Alguns aspectos tecnológicos das frutas tropicais e seus produtos**. São Paulo: ITAL, 1980. p. 83-126. (Série Frutas Tropicais, 10).

LEDERER, J. **Enciclopédia moderna de higiene alimentar**. São Paulo: Manole Dois, 1991. v. 3, 121 p.

LENDERMAN, I. E.; SILVA JÚNIOR, J. F.; BEZERRA, J. E. F.; ESPÍNDOLA, A. C. M. **Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 35p. (Série Frutas Nativas, 2).

LEDERMAN, I. E.; BEZERRA, J. E. F. Situação atual e perspectiva da cultura da mangaba no Brasil. In.: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA MANGABA, 1., 2003, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. CD Rom.

LIMA, M. F. M.; SANTOS, E. M. B. D.; GASPARETTO, O. C. P.; COSTA, F. A.; ROLEMBERG, M. P. Propriedades fluidodinâmicas de polpas de frutas tropicais. In: ENCONTRO SOBRE ESCOAMENTO EM MEIOS POROSOS (ENEMP), 22., 1994, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 1994. v. 2, p. 528-535.

LIMA, A. G. B.; NEBRA, S. A.; QUEIROZ, M R. Aspectos científico e tecnológico da banana. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 87-101, 2000.

LOBO, A. R.; SILVA, G. M. L. Amido resistente e suas propriedades físico-químicos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 219-226, 2003.

LOUREIRO, M.N. **Desidratação da polpa de buriti e armazenamento do produto seco**. 2006. 150f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

MACEDO, L. S; ARAUJO, I. A.; FRANCO, C. F. O. Caracterização físico-química de frutos da mangabeira nativa e naturalizada da mata paraibana. In.: SIMPÓSIO

BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA MANGABA, 1., 2003, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. CD Rom.

MAIA, G. A.; OLIVEIRA, G. S. F. O.; FIGUEIREDO, R. W. **Tecnologia de processamento de sucos e polpa tropicais: matérias-primas**. 1998. 224 f. Especialização (Especialização em tecnologia de processamento de sucos e polpa tropicais: matérias-primas) ABEAS, Brasília.

MARTIN, N. S. P. **Estudo das características de processamento da manga (*mangifera indica* L.) variedade *tommy atkins* desidratada**. 2006. 78f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MATSUURA, F. C. A. **Processamento e caracterização de suco integral e concentrado de acerola**. 1994. 141 f. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MATTIETTO, R. A.; SOARES, M. S.; RIBEIRO, C. C. Caracterização física e físico-química do fruto de mangaba (*Harcornia speciosa* Gomes) proveniente de Belém – PA. Tecnologia de alimentos aplicada à mangaba. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA MANGABA, 1. 2003, Aracaju. **Anais...** Aracaju: UFSE. CD Rom. p.1-17.

MAZZUCO, H.; LORINI, I.; BRUM, P. A. R.; ZANOTTO, D. L.; BARIONI JUNIOR, W.; AVILA, V. S. Composição química e energética do milho com diversos níveis de umidade na colheita e diferentes temperaturas de secagem para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2216-2220, 2002.

MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M.; ALSEMO, G. C. S.; RODRIGUES, E.; GUEDES, M. A.; CAVALCANTI, A. S. R. R. M.; OLIVEIRA, C. C. A. Obtenção de graviola em pó pelo processo de liofilização. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 165-172, 2005.

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

MENGES, H. O.; ERTEKIN, C. Mathematical modeling of thin layer drying of Golden apples. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 77, n. 1, p. 119–125, 2006.

MESQUITA, P. C.; MAIA, G. A.; SOUZA FILHO, M. S. M.; NASSU, R. T. Estabilidade microbiológica, físico-química e sensorial de pedúnculos de caju (*Anacardium occidentale* L.) processados por métodos combinados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 366-369, 2003.

MONTE, A. L. S.; FAÇANHA, S. H. F.; FERREIRA, N. D. L.; LOPES, J. C.; SOUSA, M. A. F.; SOUSA, M. A. Qualidade sanitária de polpa de frutas congeladas e comercializadas na cidade de Sobral, Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: CBCTA, 2002. CD-ROM.

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.

MORETTO, E.; FETT, R.; GONZAGA, L. V.; KUSKOSKI, E. M. **Introdução à ciência de alimentos**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2002. 256p.

MOSSEL, D. A. A. Water and micro-organisms in foods: a synthesis. In: DUCKWORTH, R. B. **Water relations of foods**. London: Academic Press, 1975. p.347-361.

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

MORAES, R. R. **Refratometria**. Disponível em: <<http://www.fapepi.pi.gov.br/ciencia/documentos/REFRAT%D4METRO.PDF>>. Acesso em: 27 Mar 2007.

NARAIN, N.; FERREIRA, D. S. Tecnologia de alimentos aplicada à mangaba. In.: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA MANGABA, 1., 2003, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. CD Rom. p.1-17.

NAVES, R. V. **Espécies frutíferas nativas dos cerrados de Goiás: caracterização e influências do clima e dos solos.** 1999. 206 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

NOGUEIRA, R. I. **Estudos dos fenômenos de secagem da banana: parâmetros ótimos na obtenção de banana passa.** 1991. 158f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

NORONHA, M. A. de S. **Armazenamento do abacaxi (*Ananás comosus* L) cv. Smooth cayene minimamente processado.** 2002, 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

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

OLIVEIRA, A. P. V.; FRASSON, K.; YAMASHITA, F. BENASSI, M. T. Medida instrumental de cor em sobremesas lácteas de chocolates: uma técnica de baixo custo e versátil utilizando câmara digital. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 191-196, 2003.

OLIVEIRA, F. M. N.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Análise comparativa de polpas de pitanga integral, formulada e em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p.25-33, 2006.

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

PAGE, G. E. **Factors influencing the maximum rates of air drying shelled corn in thin-layer**. 1949. Dissertation (M.Sc.) - Purdue University, Indiana, USA.

PARENTE, T.V., BORGIO, L.A., MACHADO, J.W.B. Características químicas de frutos de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) do Cerrado da região geoeconômica do Distrito Federal. **Ciência e Cultura**, São Paulo. v. 37, n. 1, p. 96-98, 1985.

PAVANELLI, A. P. **Aditivos para panificação: conceitos e funcionalidade**. São Paulo: 1998. ABIAM - Associação Brasileira da Indústria de Aditivos e Melhoradores para Alimentos e Bebidas.

PARK, R. J.; YODA, A.; BROD, F. P. R. Estudo da secagem de pêra Barlett (*Pyrus sp.*) em fatias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 288-292, 2002.

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. 21, n. 3, p. 73-77, 2001.

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

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

PEREIRA, I. E.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Características físico-químicas do tomate em pó durante o armazenamento. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 86-90, 2006.

PEREIRA, T. B. B.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Secagem de polpa de graviola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36., 2007, Bonito. **Anais...** Bonito: SBEA, 2007. CD Rom.

- PEREDA, J. A. O. **Tecnologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 294p.
- PRADO, M. A.; GODOY, H. T. Determinação de corantes artificiais por cromatografia líquida de alta eficiência (Clae) em pó para gelatina. **Química Nova**, v. 27, n. 1, p 22-26, 2004.
- PRAGATI, S. D.; DHAWAN, S. S. Effect of drying methods on nutritional composition of dehydrated aonla fruit (*Emblica officinalis* Garten) during storage. **Plant Foods for Human Nutrition**, Netherlands, v. 58, p. 1-9, 2003.
- PRIOR, B. A. J. Measurement of water activity in food: a review. **Journal of Food Protection**, v. 42, n. 8, p. 668-674, 1979.
- RAJKUMAR, P.; KAILAPPAN, R.; VISWANATHAN, R.; RAGHAVAN, G. S. V. Drying characteristics of foamed alphonso mango pulp in a continuous type foam mat dryer. **Journal of Food Engineering**, v. 79, n. 4, p. 1452-1459, 2007.
- RIGHETTO, A. M. **Caracterização físico-química e estabilidade de suco de acerola verde microencapsulado por atomização e liofilização**. 2003. 178 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) UNICAMP, Campinas.
- ROCKLAND, L. B. A new treatment of hygroscopic equilibria: application to walnuts (*Juglans regia*) and other foods. **Food Research**, v. 22, p. 604-628, 1957.
- ROSSI, S. J.; ROA, G. **Secagem e armazenamento de produtos agropecuários com o uso de energia solar e ar natural**. São Paulo: ACIESP, 1980. 295p.
- SANKAT, C. K.; CASTAIGNE, F. Foaming and drying behavior of ripe bananas. **Lebensm.-Wiss. u.-Technol.**, v. 37, p. 517-525, 2004.
- SANTOS, F. S. A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Isotermas de adsorção de umidade de farinhas de mandioca temperadas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 149-155, 2004.

SANTOS, J. W.; ALMEIDA, F. A. C.; BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, A. S. **Estatística experimental aplicada: tópicos de engenharia agrícola e agrônômica**. Campina Grande: Marcone, 2003. 213 p.

SEGURA, E.; MONROY, L. A.; MANRIQUE, G. Aplicación de la tecnología de deshidratación por el método de secado de espumas (foam-mat) en jugos de frutas tropicales: II (naranja, piña, mora y maracuyá). **Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas**, n. 18, p. 47-52, 1990.

SILVA, A. C. B. P. **Suco de abacaxi desidratado: aplicação do processo foam-mat drying**. 1971. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

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

SILVA, R. N. G da. **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, P. L.; GIRALDO-ZUNIGA, A.; SILVA, A. P.; ARÉVALO-PINEDO, A. Estudo da cinética de secagem e da atividade de água do cajá (*Spondias lútea*) em fatias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (CBCTA), 19., 2004, Recife. **Anais...** Recife: SBCTA, 2004. CD Rom.

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

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

SOARES, E. C.; OLIVEIRA, G. S. F. de.; 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 dos Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 164-170, 2001.

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

SOUZA, V. A. B. de.; ARAÚJO, E. C. E.; VASCONCELOS, L. F. L. Perspectivas do melhoramento de espécies nativas do Nordeste Brasileiro. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1, 2001, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2001.

SOUZA, D. C. L.; OLIVEIRA, M. do S. A de. CARNELOSSI, M. A. G.; LIRA, M. de LIMA.; SILVA, G. F da.; JALALI, V. R. R.; Caracterização físico-química dos frutos de mangaba (*hancornia speciosa* gomes) "de caída" e "de vez". In.: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA MANGABA, 1., 2003, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. CD Rom.

SOUSA, P. H. M.; MAIA, G. A.; SOUZA FILHO, M. S. M.; FIGUEIREDO, R. W.; NASSU, R. T.; BORGES, M. F. Avaliação de produtos obtidos pela desidratação osmótica de banana seguida de secagem. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 21, n. 1, p. 109-120, 2003.

SOUZA, F. G.; FIGUEIREDO, R. W.; ALVES, R. E.; SILVA, S. M.; ARAÚJO, I. A.; FERREIRA, E. G. Qualidade pós-colheita de mangabas (*Harcornia speciosa* Gomes) oriundas do jardim clonal da Emepa-PB. In.: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA MANGABA, 1., 2003, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. CD Rom. p.1-5.

SPOTO, M. H. F. Desidratação de frutas e hortaliças. In: OETTERER, M.; REGITANO-d'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole, 2006. cap. 12, p. 565-604.

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**, v. 23, n.7, p. 1477-1498, 2005.

TEIXEIRA NETO, R. O.; DENIZO, N.; QUAST, D. G. Atividade de água em alguns alimentos de teor intermediário de umidade. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v.7, p.191-207, 1976.

TELIS, V. R. N.; SOBRAL, P. J. A. Glass transitions and state diagram for freeze-dried pineapple. **Lebensm.-Wiss. u.-Technol.**, v. 34, p. 199-205, 2001.

THÉ, P. M. P.; CARVALHO, V. D.; ABREU, C. M. P.; NUNES, R. P.; PINTO, N. A. V. D. Efeito da temperatura de armazenamento e do estágio de maturação sobre a composição química do abacaxi cv. *Smooth cayenn* L. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 356-363, 2001.

TRAVAGLINI, D. A.; AGUIRRE, J. M.; SIQUEIRA, E. T. F. **Desidratação de frutas**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001. 40p.

UBOLDI, M. **Desidratação por camada de espuma (“foam mat”)**. 1971. 32f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

UNIFEM. **Manual de tecnologia do ciclo alimentar: processamento de frutas e legumes**. 1989. 72p.

VAN SOEST, P. J.; GOERING, H. K. **Forage fibre analysis**. US, agriculture research Service. Dept. Agriculture, 375p, 1970.

VASCONCELOS, E. G.; SILVA, A. C.; MADALENA, J. A.; LIMA, C. L. C.; SANTIAGO, A. D. Uso de biofilmes de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de frutos da mangaba (*Harconia speciosa* Gomes) armazenados sob temperatura ambiente. In.: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA MANGABA, 1., 2003, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. CD Rom. p.1-5.

VERNON-CARTER, E. J.; ESPINOSA-PAREDES, G.; BERISTAIN, C. I.; ROMEROTEHUITZIL, H. R. Effect of foaming agents on the stability, rheological properties, drying kinetics and flavour retention of tamarind foam-mats. **Food Research International**, v. 34, n. 1, p. 587-598, 2001.

VIEIRA NETO, R. D. **Cultura da mangabeira**. Aracaju: EMBRAPA-CPATC, 1994. 16p. (Circular Técnica, 2).

VIEIRA NETO, R. D. **Recomendações técnicas para o cultivo da mangabeira**. Aracaju: EMBRAPA -Tabuleiros Costeiros, 2001, 26p. (Circular Técnica, 20)

VIEIRA, D. Efeito de diferentes substratos na formação de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 20, n. 3, p. 265-271, 1998.

VIEIRA, G.; SILVA, J. N.; VILELA, E. R.; SILVA, J. S. Avaliação da qualidade de café beneficiado armazenado em silo e com aeração e em sacos de juta. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 75-90, 2001.

VIZEU, V. E.; FEIJÓ, M. B.; CAMPOS, R. C. Determinação da composição mineral de diferentes formulações de multimistura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 2, p. 254-258, 2005.

YAZDAMI, M.; SAZANDEHCHI, P; AZIZI, M.; GHOBADI, P. Moisture sorption isotherms and isosteric heat for pistachio. **European Food Research Technology**, v. 223, n. 5, p. 577-584, 2006.

APÊNDICE A

Tabela A.1 - Dados experimentais da razão de umidade da polpa de mangaba formulada durante a secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

Tempo (min)	Ru (50 °C)	Ru (60 °C)	Ru (70 °C)
0	1,000	1,000	1,000
8	0,902	0,891	0,857
16	0,821	0,788	0,722
24	0,767	0,690	0,598
32	0,713	0,606	0,503
42	0,655	0,515	0,368
52	0,602	0,439	0,279
67	0,502	0,332	0,148
82	0,377	0,201	0,077
112	0,277	0,094	0,004
142	0,150	0,016	0,000
202	0,000	0,000	-

APÊNDICE B

Tabela B.1 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 50 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de GAB a 20 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,407	32,4446	31,4039	1,0407	0,0321
0,486	36,6985	35,1935	1,5050	0,0410
0,538	39,8725	38,1431	1,7294	0,0434
0,600	43,0293	42,3630	0,6663	0,0155
0,642	45,6365	45,7703	-0,1338	-0,0029
0,703	50,1056	51,8634	-1,7578	-0,0351
0,745	53,8141	56,9663	-3,1522	-0,0586
0,897	89,6794	88,5843	1,0952	0,0122

Tabela B.2 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 50 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de GAB a 25 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,401	31,5365	29,9348	1,6017	0,0508
0,511	37,3433	35,2940	2,0493	0,0549
0,558	40,8837	38,1412	2,7425	0,0671
0,607	40,1716	41,6176	-1,4460	-0,0360
0,641	44,4947	44,4921	0,0026	0,0026
0,697	48,1535	49,9781	-1,8246	-0,0379
0,727	50,6569	53,5880	-2,9310	-0,0579
0,896	90,2636	89,3295	0,9341	0,0103

Tabela B.3 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 50 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de GAB a 30 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,417	26,1760	25,1631	1,0129	0,0387
0,499	29,7344	28,5653	1,1691	0,0393
0,543	32,0584	30,7674	1,2911	0,0403
0,584	34,3287	33,1316	1,1971	0,0349
0,632	36,0056	36,3377	-0,3321	0,0026
0,666	37,6114	39,0401	-1,4288	-0,0380
0,732	42,7510	45,5959	-2,8450	-0,0666
0,883	74,6542	73,8513	0,8029	0,0108

Tabela B.4 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 60 °C resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de GAB a 20 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,418	32,4288	31,0930	1,3357	0,0412
0,502	37,3377	35,2645	2,0732	0,0555
0,545	40,2887	37,8046	2,4841	0,0617
0,606	43,0827	42,1582	0,9245	0,0215
0,651	44,7830	45,9991	-1,2161	-0,0272
0,710	50,2201	52,1653	-1,9452	-0,0387
0,750	53,9819	57,3434	-3,3615	-0,0623
0,910	96,6282	95,5541	1,0742	0,0111

Tabela B.5 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 60 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de GAB a 25 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,422	33,5761	33,0386	0,5375	0,0160
0,503	38,0358	37,2317	0,8041	0,0211
0,551	41,2042	40,2129	0,9914	0,0241
0,572	43,6892	41,7118	1,9774	0,0453
0,630	45,7750	46,2789	-0,5039	0,0026
0,673	48,7919	50,3685	-1,5766	-0,0323
0,704	51,3788	53,8229	-2,4441	-0,0476
0,869	84,7113	83,9472	0,7641	0,0090

Tabela B.6 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 60 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de GAB a 30 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,416	34,2197	33,1632	1,0564	0,0309
0,483	37,9072	36,6531	1,2541	0,0331
0,523	40,8104	39,0427	1,7677	0,0433
0,578	43,8253	42,8877	0,9376	0,0214
0,615	45,9265	45,9391	-0,0127	0,0026
0,674	49,8898	51,7252	-1,8354	-0,0368
0,718	53,6700	57,0164	-3,3464	-0,0624
0,871	89,6543	88,5695	1,0848	0,0121

Tabela B.7 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 70 °C resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de GAB a 20 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,247	29,3637	29,6149	-0,2513	-0,0086
0,395	34,1680	35,6094	-1,4414	-0,0422
0,445	37,8407	38,0726	-0,2319	-0,0061
0,485	41,3936	40,2882	1,1054	0,0267
0,536	45,3921	43,4286	1,9635	0,0433
0,631	50,9019	50,7547	0,1472	0,0029
0,683	54,4731	55,9389	-1,4658	-0,0269
0,880	90,0491	89,9122	0,1369	0,0015

Tabela B.8 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 70 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de GAB a 25 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,218	31,2648	30,2684	0,9963	0,0319
0,390	35,6231	37,3312	-1,7081	-0,0480
0,444	39,2741	39,9882	-0,7141	-0,0182
0,484	42,2730	42,0725	0,2005	0,0047
0,513	44,7369	43,8690	0,8680	0,0026
0,575	48,6564	47,9737	0,6827	0,0140
0,613	51,7434	52,0108	-0,2675	-0,0052
0,855	88,9901	89,0259	-0,0358	-0,0004

Tabela B.9 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 70 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de GAB a 30 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
32,8421	32,8422	31,4500	1,3922	0,0424
37,7388	37,7388	39,0242	-1,2854	-0,0341
41,2891	41,2891	41,9254	-0,6362	-0,0154
44,6679	44,6679	44,3250	0,3430	0,0077
46,9777	46,9777	46,2246	0,7530	0,0026
50,6336	50,6336	50,8095	-0,1759	-0,0035
53,8145	53,8145	54,0868	-0,2723	-0,0051
91,0208	91,0208	90,9449	0,0759	0,0008

Tabela B.10 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 50 °C, resíduo e erro relativo, calculado para o modelo de Peleg a 20 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,407	32,4446	32,3968	0,0478	0,0014
0,486	36,6985	36,8523	-0,1538	-0,0042
0,538	39,8725	39,6892	0,1833	0,0046
0,600	43,0293	43,1458	-0,1164	-0,0027
0,642	45,6365	45,6506	-0,0141	-0,0003
0,703	50,1056	49,9960	0,1096	0,0022
0,745	53,8141	53,8710	-0,0569	-0,0011
0,897	89,6794	89,6783	0,0011	0,00001

Tabela B.11 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 50 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de Peleg a 25 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,401	31,5365	31,7797	-0,2432	-0,0077
0,511	37,3433	37,2205	0,1228	0,0033
0,558	40,8837	39,5175	1,3662	0,0334
0,607	40,1716	42,0484	-1,8768	-0,0467
0,641	44,4947	44,0479	0,4468	0,1000
0,697	48,1535	47,9360	0,2175	0,0045
0,727	50,6569	50,6905	-0,0336	-0,0006
0,896	90,2636	90,2672	-0,0036	-0,00004

Tabela B.12 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 50 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de Peleg a 30 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,417	26,176	26,187	-0,011	-0,0004
0,499	29,734	29,963	-0,228	-0,0077
0,543	32,058	31,957	0,102	0,0032
0,584	34,329	33,839	0,490	0,0143
0,632	36,006	36,134	-0,129	-0,0036
0,666	37,611	37,971	-0,360	-0,0096
0,732	42,751	42,613	0,138	0,0032
0,883	74,654	74,658	-0,004	-0,00005

Tabela B.13 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 60 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de Peleg a 20 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,418	32,4288	32,7398	-0,3111	-0,0096
0,502	37,3377	37,2922	0,0455	0,0012
0,545	40,2887	39,5703	0,7185	0,0178
0,606	43,0827	42,9571	0,1256	0,0029
0,651	44,7830	45,6701	-0,8871	-0,0198
0,710	50,2201	49,9891	0,2309	0,0046
0,750	53,9819	53,9040	0,0779	0,0014
0,910	96,6282	96,6341	-0,0059	-0,0001

Tabela B.14 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 60 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de Peleg a 25 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,422	33,5761	33,4840	0,0921	0,0027
0,503	38,0358	38,4926	-0,4568	-0,0120
0,551	41,2042	41,3933	-0,1890	-0,0046
0,572	43,6892	42,6950	0,9942	0,0228
0,630	45,7750	46,1953	-0,4203	-0,0092
0,673	48,7919	48,9653	-0,1734	-0,0036
0,704	51,3788	51,2251	0,1536	0,0030
0,869	84,7113	84,7123	-0,0010	0,0000

Tabela B.15 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 60 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de Peleg a 30 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,416	34,2197	34,1634	0,0562	0,0016
0,483	37,9072	38,2040	-0,2969	-0,0078
0,523	40,8104	40,5333	0,2771	0,0068
0,578	43,8253	43,7569	0,0684	0,0016
0,615	45,9265	46,0082	-0,0817	-0,0018
0,674	49,8898	49,9542	-0,0643	-0,0013
0,718	53,6700	53,6283	0,0417	0,0008
0,871	89,6543	89,6550	-0,0007	0,00001

Tabela B.16 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 70 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de Peleg a 20 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,247	29,3637	28,5449	0,8187	0,0279
0,395	34,1680	36,1162	-1,9482	-0,0570
0,445	37,8407	38,6161	-0,7754	-0,0205
0,485	41,3936	40,7326	0,6610	0,0160
0,536	45,3921	43,6398	1,7524	0,0386
0,631	50,9019	50,4587	0,4432	0,0087
0,683	54,4731	55,4886	-1,0155	-0,0186
0,880	90,0491	89,9655	0,0836	0,0009

Tabela B.17 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 70 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de Peleg a 25 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,213	31,2648	31,0694	0,1954	0,0062
0,383	35,6231	36,7858	-1,1628	-0,0326
0,435	39,2741	39,4263	-0,1522	-0,0039
0,472	42,2730	41,6319	0,6411	0,0152
0,501	44,7369	43,6023	1,1346	0,0254
0,561	48,6564	48,2503	0,4062	0,0083
0,610	51,7434	52,8922	-1,1488	-0,0222
0,859	88,9901	88,9034	0,0867	0,0010

Tabela B.18 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 70 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de Peleg a 30 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,218	32,8422	32,6726	0,1696	0,0052
0,390	37,7388	38,7399	-1,0011	-0,0265
0,444	41,2891	41,4766	-0,1875	-0,0045
0,484	44,6679	43,8918	0,7762	0,0174
0,513	46,9777	45,8801	1,0976	0,0234
0,575	50,6336	50,8622	-0,2286	-0,0045
0,613	53,8145	54,5043	-0,6899	-0,0128
0,855	91,0208	90,9569	0,0640	0,0007

Tabela B.19 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 50 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de Oswin a 20 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,407	32,4446	31,0976	1,3470	0,0415
0,486	36,6985	35,4916	1,2070	0,0329
0,538	39,8725	38,6409	1,2316	0,0309
0,600	43,0293	42,8749	0,1544	0,0036
0,642	45,6365	46,1373	-0,5008	-0,0110
0,703	50,1056	51,7741	-1,6685	-0,0333
0,745	53,8141	56,4130	-2,5989	-0,0483
0,897	89,6794	88,3534	1,3261	0,0148

Tabela B.21 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 50 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de Oswin a 25 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,401	31,5365	29,3322	2,2043	0,0699
0,511	37,3433	35,5857	1,7577	0,0471
0,558	40,8837	38,6063	2,2774	0,0557
0,607	40,1716	42,1123	-1,9407	-0,0483
0,641	44,4947	44,9030	-0,4083	-0,0092
0,697	48,1535	50,0565	-1,9030	-0,0395
0,727	50,6569	53,3770	-2,7201	-0,0537
0,896	90,2636	88,8525	1,4111	0,0156

Tabela B.22 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 50 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de Oswin a 30 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,417	26,1760	24,4822	1,6938	0,0647
0,499	29,7344	28,5650	1,1694	0,0393
0,543	32,0584	31,0122	1,0462	0,0326
0,584	34,3287	33,5186	0,8102	0,0236
0,632	36,0056	36,7710	-0,7654	-0,0213
0,666	37,6114	39,4193	-1,8079	-0,0481
0,732	42,7510	45,6384	-2,8874	-0,0675
0,883	74,6542	73,3353	1,3189	0,0177

Tabela B.23 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 60 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de Oswin a 20 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,418	32,4288	30,8894	1,5394	0,0475
0,502	37,3377	35,6799	1,6578	0,0444
0,545	40,2887	38,3739	1,9148	0,0475
0,606	43,0827	42,7294	0,3533	0,0082
0,651	44,7830	46,3844	-1,6014	-0,0358
0,710	50,2201	52,0394	-1,8193	-0,0362
0,750	53,9819	56,6946	-2,7127	-0,0503
0,910	96,6282	95,2904	1,3378	0,0138

Tabela B.24 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 60 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de Oswin a 25 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,422	33,5761	32,4261	1,1500	0,0343
0,503	38,0358	37,2912	0,7446	0,0196
0,551	41,2042	40,4974	0,7068	0,0172
0,572	43,6892	42,0521	1,6370	0,0375
0,630	45,7750	46,6184	-0,8435	-0,0184
0,673	48,7919	50,5588	-1,7668	-0,0362
0,704	51,3788	53,8245	-2,4457	-0,0476
0,869	84,7113	83,5410	1,1703	0,0138

Tabela B.25 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 60 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de Oswin a 30 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,416	34,2197	32,4609	1,7588	0,0514
0,483	37,9072	36,6276	1,2796	0,0338
0,523	40,8104	39,2972	1,5132	0,0371
0,578	43,8253	43,3693	0,4560	0,0104
0,615	45,9265	46,4574	-0,5309	-0,0116
0,674	49,8898	52,0858	-2,1960	-0,0440
0,718	53,6700	57,0823	-3,4123	-0,0636
0,871	89,6543	87,9415	1,7128	0,0191

Tabela B.26 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 70 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de Oswin a 20 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,247	29,3637	27,3700	1,9936	0,0679
0,395	34,1680	35,5414	-1,3734	-0,0402
0,445	37,8407	38,4382	-0,5975	-0,0158
0,485	41,3936	40,8910	0,5027	0,0121
0,536	45,3921	44,1806	1,2116	0,0267
0,631	50,9019	51,3066	-0,4047	-0,0080
0,683	54,4731	56,0961	-1,6229	-0,0298
0,880	90,0491	89,4349	0,6143	0,0068

Tabela B.27 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 70 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de Oswin a 25 °C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,213	31,2648	27,2314	4,0333	0,1290
0,383	35,6231	37,1982	-1,5752	-0,0442
0,435	39,2741	40,3681	-1,0940	-0,0279
0,472	42,2730	42,7081	-0,4351	-0,0103
0,501	44,7369	44,6431	0,0939	0,0021
0,561	48,6564	48,8469	-0,1905	-0,0039
0,610	51,7434	52,7715	-1,0282	-0,0199
0,859	88,9901	88,1864	0,8037	0,0090

Tabela B.28 - Valores experimentais e teóricos da umidade de equilíbrio da mangaba em pó, desidratada a 70 °C, resíduo e erro relativo, calculados para o modelo de Oswin a 30° C

a_w	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Teórico		
0,218	32,8422	28,4938	4,3483	0,1324
0,390	37,7388	38,9665	-1,2277	-0,0325
0,444	41,2891	42,3682	-1,0790	-0,0261
0,484	44,6679	45,0140	-0,3461	-0,0077
0,513	46,9777	47,0239	-0,0463	-0,0010
0,575	50,6336	51,6439	-1,0103	-0,0200
0,613	53,8145	54,8020	-0,9875	-0,0184
0,855	91,0208	89,9795	1,0414	0,0114

APÊNDICE C

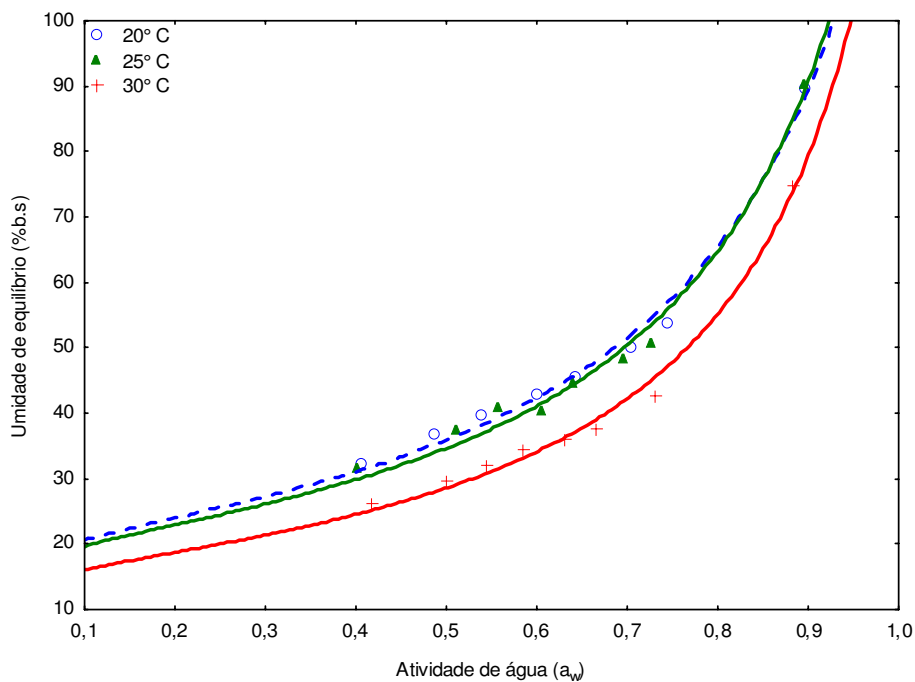


Figura C.1 - Isotherma de adsorção de umidade da mangaba em pó, desidratada a 50 °C, ajustadas pelo modelo de GAB

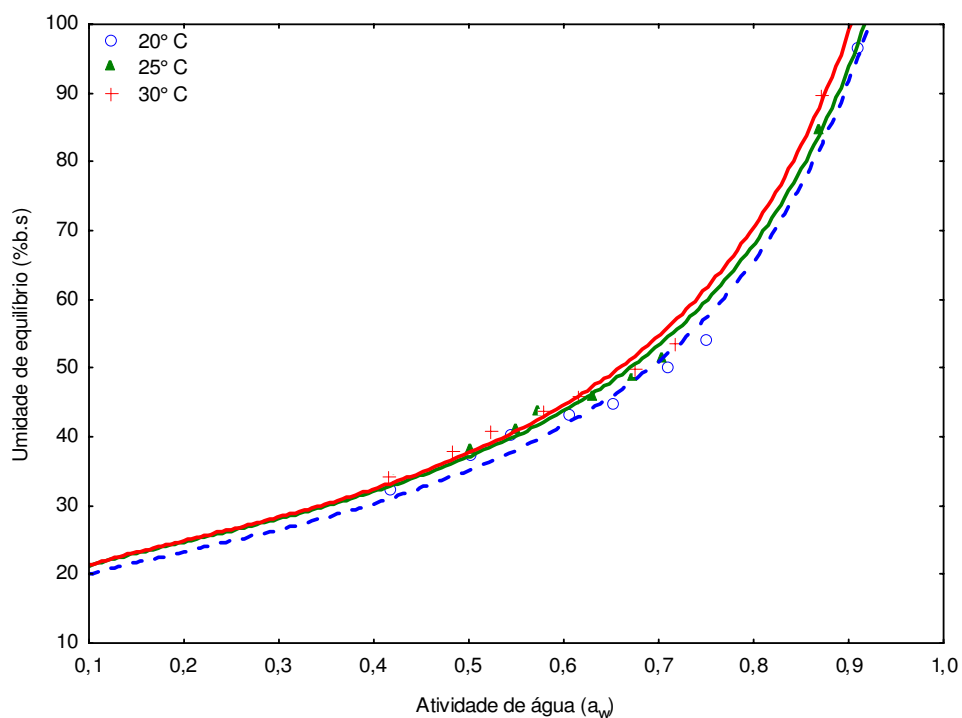


Figura C.2 - Isotherma de adsorção de umidade da mangaba em pó, desidratada a 60 °C, ajustadas pelo modelo de GAB

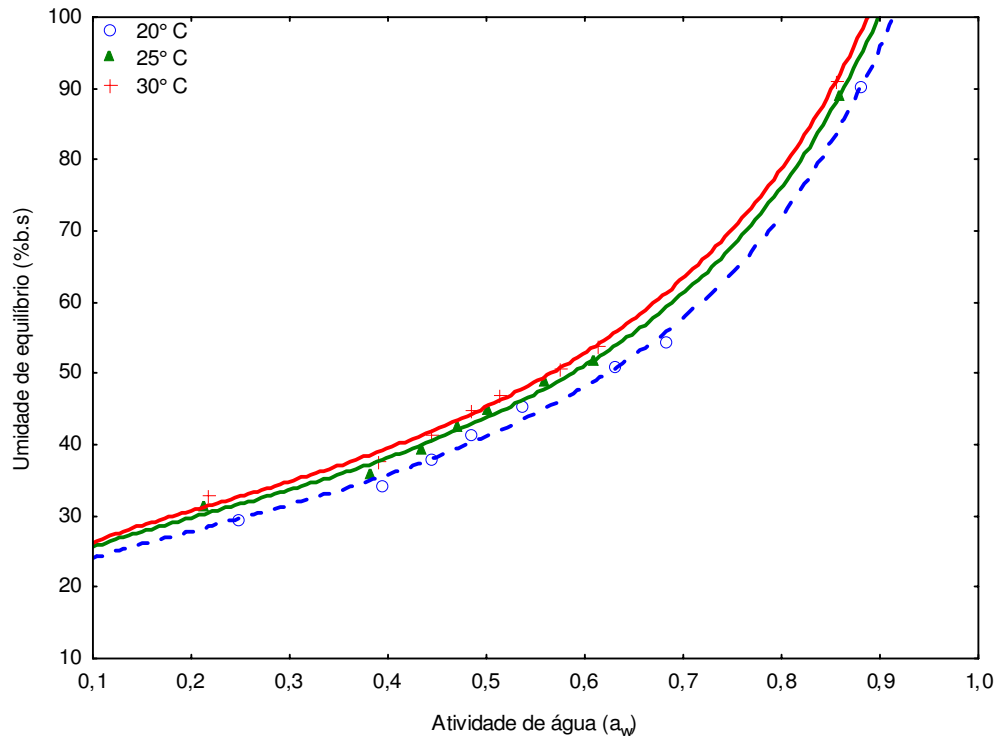


Figura C.3 - Isoterma de adsorção de umidade da mangaba em pó, desidratada a 70 °C, ajustadas pelo modelo de GAB

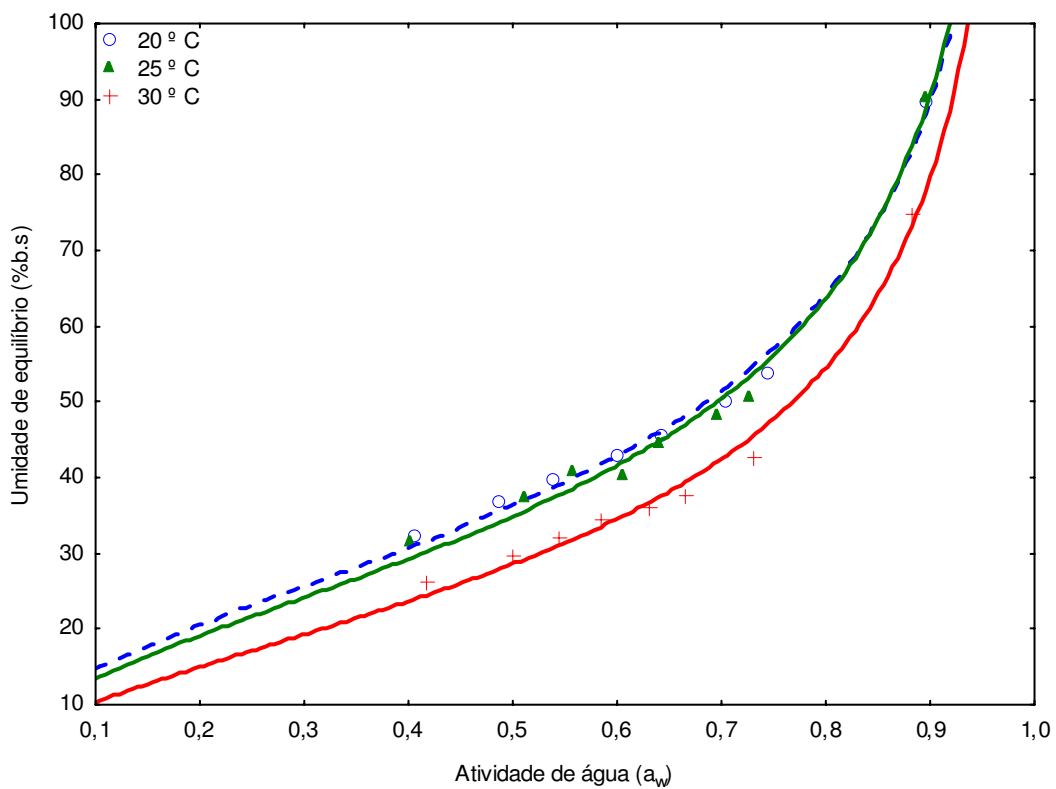


Figura C.4 - Isoterma de adsorção de umidade da mangaba em pó, desidratada a 50 °C, ajustadas pelo modelo de Oswin

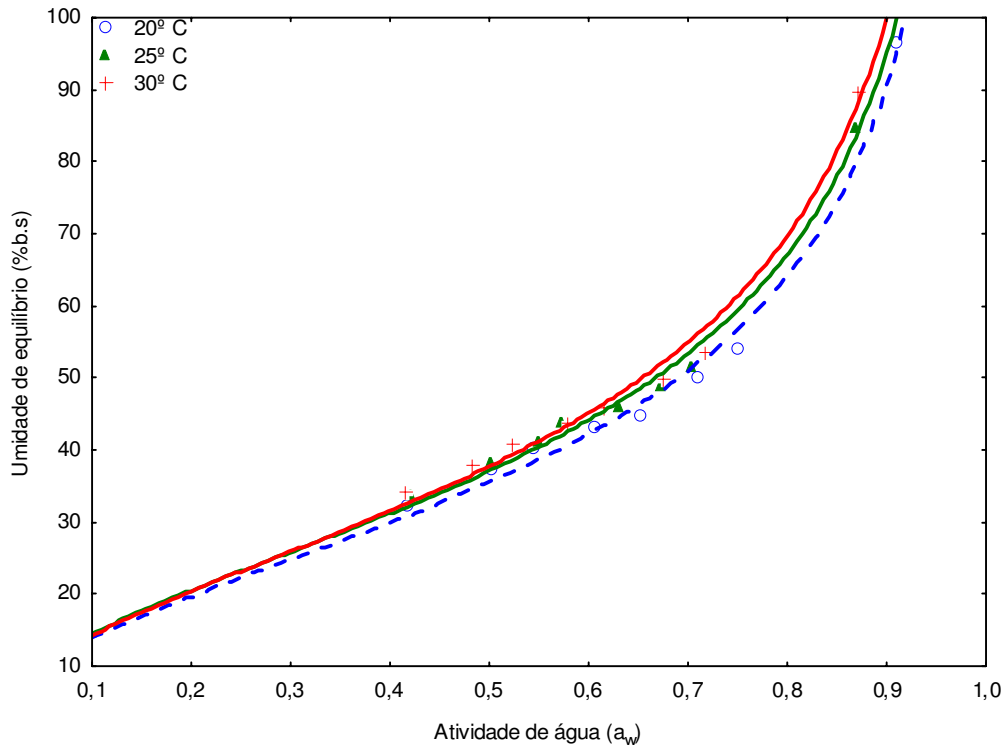


Figura C.5 - Isoterma de adsorção de umidade da mangaba em pó, desidratada a 60 °C, ajustadas pelo modelo de Oswin

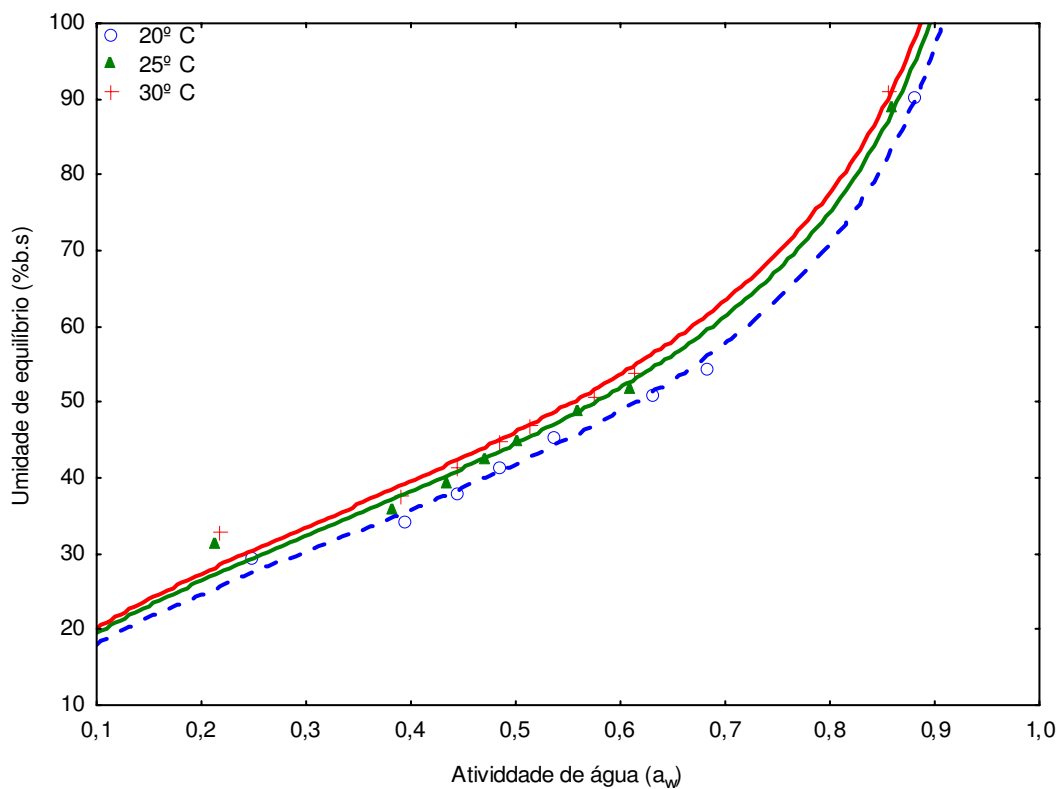


Figura C.6 - Isoterma de adsorção de umidade da mangaba em pó, desidratada a 70 °C, ajustadas pelo modelo de Oswin

APÊNDICE D

Tabela D.1 - Análise de variância da umidade (%) da mangaba em pó, seca a 50 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	42,08916	7,01486	118,6423**
Resíduo	21	1,24165	0,05913	-
Total	27	43,33081	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela D.2 - Análise de variância da umidade (%) da mangaba em pó, seca a 50 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	50,26563	8,37760	2,2803**
Resíduo	21	77,15312	3,67396	-
Total	27	127,41875	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela D.3 - Análise de variância da umidade (%) da mangaba em pó, seca a 60 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	23,28074	3,88012	139,1645**
Resíduo	21	0,58551	0,02788	-
Total	27	23,86625	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela D.4 - Análise de variância da umidade (%) da mangaba em pó, seca a 60 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	29,62548	4,93758	536,7783 **
Resíduo	21	0,19317	0,00920	-
Total	27	29,81865	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela D.5 - Análise de variância da umidade (%) da mangaba em pó, seca a 70 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	22,21325	3,700221	150,8085 **
Resíduo	21	0,51553	0,002455	-
Total	27	24,92957	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável do teste F

Tabela D.6 - Análise de variância da umidade (%) da mangaba em pó, seca a 70 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	29,26209	4,87701	223,3078 **
Resíduo	21	0,45864	0,02184	-
Total	27	29,72072	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.7 - Análise de variância do pH da mangaba em pó, seca a 50 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	0,63754	0,10626	1512,7966**
Resíduo	21	0,00147	0,00007	-
Total	27	0,63901	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.8 - Análise de variância do pH da mangaba em pó, seca a 50 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	0,81819	0,13637	2246,0196**
Resíduo	21	0,00128	0,00006	-
Total	27	0,81947	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.9 - Análise de variância do pH da mangaba em pó, seca a 60 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	0,56202	0,09367	1873,4048**
Resíduo	21	0,00105	0,00005	-
Total	27	0,56307	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.10 - Análise de variância do pH da mangaba em pó, seca a 60 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	0,76094	0,12682	16,64,5625**
Resíduo	21	0,00160	0,00008	-
Total	27	0,81947	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.11 - Análise de variância do pH da mangaba em pó, seca a 70 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	0,52299	0,08717	1435,6667**
Resíduo	21	0,00128	0,00006	-
Total	27	0,52427	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.12 - Análise de variância do pH da mangaba em pó, seca a 70 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	0,31322	0,10220	943,4176**
Resíduo	21	0,00228	0,00011	-
Total	27	0,61550	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.13 - Análise de variância do ácido ascórbico (mg/100g) da mangaba em pó, seca a 50 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	18674,83073	3112,47179	2060,2248**
Resíduo	21	31,72562	1,51074	-
Total	27	18706,55635	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.14 - Análise de variância do ácido ascórbico (mg/100g) da mangaba em pó, seca a 50 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	30787,90795	5131,31799	6632,2316**
Resíduo	21	16,24757	0,77369	-
Total	27	30804,15552	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.15 - Análise de variância do ácido ascórbico (mg/100g) da mangaba em pó, seca a 60 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	17409,12340	2901,52057	4062,9762**
Resíduo	21	14,99687	0,71414	-
Total	27	17424,12027	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.16 - Análise de variância do ácido ascórbico (mg/100g) da mangaba em pó, seca a 60 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	25574,50436	4262,41739	5944,9978**
Resíduo	21	15,05648	0,71698	-
Total	27	25589,56085	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.17 - Análise de variância do ácido ascórbico (mg/100g) da mangaba em pó, seca a 70 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	17409,12340	2901,52057	4062,9762**
Resíduo	21	14,99687	0,71414	-
Total	27	17424,12027	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.18 - Análise de variância do ácido ascórbico (mg/100g) da mangaba em pó, seca a 70 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	8803,50412	1467,25069	2377,7568**
Resíduo	21	12,95854	0,61707	-
Total	27	8816,46266	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.19 - Análise de variância da acidez total titulável (% ácido cítrico) da mangaba em pó, seca a 50 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	570,50949	95,08492	233,4100**
Resíduo	21	8,55483	0,40737	-
Total	27	579,06432	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.20 - Análise de variância da acidez total titulável (% ácido cítrico) da mangaba em pó, seca a 50 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	929,02416	154,83736	415,6240**
Resíduo	21	7,82338	0,37254	-
Total	27	936,84754	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.21 - Análise de variância da acidez total titulável (% ácido cítrico) da mangaba em pó, seca a 60 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	452,23145	75,37191	454,45000**
Resíduo	21	3,48291	0,16585	-
Total	27	455,71436	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.22 - Análise de variância da acidez total titulável (% ácido cítrico) da mangaba em pó, seca a 60 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	1069,61985	178,26998	1515,9969**
Resíduo	21	2,46944	0,11759	-
Total	27	1072,08930	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.23 - Análise de variância da acidez total titulável (% ácido cítrico) da mangaba em pó, seca a 70 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	286,33319	47,72220	366,8669**
Resíduo	21	2,73169	0,13008	-
Total	27	289,06488	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.24 - Análise de variância da acidez total titulável (% ácido cítrico) da mangaba em pó, seca a 70 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	722,6998	120,44866	1011,1997**
Resíduo	21	2,50141	0,11911	-
Total	27	725,19339	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.25 - Análise de variância dos açúcares redutores (%glicose) da mangaba em pó, seca a 50 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	570,50949	95,08492	233,4100**
Resíduo	21	8,55483	0,40737	-
Total	27	579,06432	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.26 - Análise de variância dos açúcares redutores (%glicose) da mangaba em pó, seca a 50 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	929,02416	154,83736	415,6240**
Resíduo	21	7,82338	0,37254	-
Total	27	936,84754	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.27 - Análise de variância dos açúcares redutores (%glicose) da mangaba em pó, seca a 60 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	452,23145	75,37191	454,45000**
Resíduo	21	3,48291	0,16585	-
Total	27	455,71436	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.28 - Análise de variância dos açúcares redutores (%glicose) da mangaba em pó, seca a 60 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	1069,61985	178,26998	1515,9969**
Resíduo	21	2,46944	0,11759	-
Total	27	1072,08930	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.29 - Análise de variância dos açúcares redutores (%glicose) da mangaba em pó, seca a 70 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	286,33319	47,72220	366,8669**
Resíduo	21	2,73169	0,13008	-
Total	27	289,06488	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.30 - Análise de variância dos açúcares redutores (%glicose) da mangaba em pó, seca a 70 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	722,6998	120,44866	1011,1997**
Resíduo	18	2,50141	0,11911	-
Total	24	725,19339	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.31 - Análise de variância das cinzas (%) da mangaba em pó, seca a 50 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	0,02971	0,00495	3,6474**
Resíduo	21	0,02851	0,00136	
Total	27	0,05822	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.32 - Análise de variância das cinzas (%) da mangaba em pó, seca a 50 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	0,00606	0,00101	0,8415**
Resíduo	21	0,02519	0,00120	-
Total	27	0,03125	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.33 - Análise de variância das cinzas (%) da mangaba em pó, seca a 60 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	0,06674	0,01112	21,9491**
Resíduo	21	0,01064	0,00051	-
Total	27	0,07738	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.34 - Análise de variância das cinzas (%) da mangaba em pó, seca a 60 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	0,04880	0,00813	9,9179**
Resíduo	21	0,01722	0,00082	-
Total	27	0,06602	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.35 - Análise de variância das cinzas (%) da mangaba em pó, seca a 70 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	0,015101	0,02517	16,6881**
Resíduo	18	0,03167	0,00151	-
Total	24	0,18268	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.36 - Análise de variância das cinzas (%) da mangaba em pó, seca a 70 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	0,08593	0,01432	32,9576**
Resíduo	21	0,00913	0,00043	-
Total	27	0,09505	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.37 - Análise de variância da luminosidade (L*) da mangaba em pó, seca a 50 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	739,57792	123,26299	1078551,14 **
Resíduo	14	0,00160	0,00011	
Total	20	739,57952	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.38 - Análise de variância da luminosidade (L*) da mangaba em pó, seca a 50 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	535.44096	89.24016	302265.06 **
Resíduo	14	0.00413	0.00030	-
Total	20	535.44510	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.39 - Análise de variância da luminosidade (L*) da mangaba em pó, seca a 60 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	45.50500	7.58417	23771.2687 **
Resíduo	14	0.00447	0.00032	-
Total	20	45.50947	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.40 - Análise de variância da luminosidade (L*) da mangaba em pó, seca a 60 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	1717,81319	286,30220	924976,33 **
Resíduo	14	0,00433	0,00031	-
Total	20	1717,81752	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.41 - Análise de variância da luminosidade (L*) da mangaba em pó, seca a 70 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	211,0606	35,17677	7387119,31 **
Resíduo	14	0,000007	0,00000	-
Total	20	211,06067	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.42 - Análise de variância da luminosidade (L*) da mangaba em pó, seca a 70 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	406,37546	67,72924	14223142 **
Resíduo	14	0,000007	0,000000	-
Total	20	406,37552	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.43 - Análise de variância da intensidade de vermelho (+a*) da mangaba em pó, seca a 50 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	739,57792	123,26299	1078551,14 **
Resíduo	14	0,00160	0,00011	
Total	20	739,57952	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.44 - Análise de variância da intensidade de vermelho (+a*) da mangaba em pó, seca a 50 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	539,01726	89,83621	18865604**
Resíduo	14	0,00007	0,00000	-
Total	20	539,01732	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.45 - Análise de variância da intensidade de vermelho (+a*) da mangaba em pó, seca a 60 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	45,50500	7,58417	23771,2687 **
Resíduo	14	0,00447	0,00032	-
Total	20	45,50947	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.46 - Análise de variância da intensidade de vermelho (+a*) da mangaba em pó, seca a 60 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	1727,70223	287,95037	60469581 **
Resíduo	14	0,00007	0000000	-
Total	20	1727,70230	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.47 - Análise de variância da intensidade de vermelho (+a*) da mangaba em pó, seca a 70 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	150,29979	25,04997	65756,1583 **
Resíduo	14	0,00533	0,00038	-
Total	20	150,30512	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.48 - Análise de variância da intensidade de vermelho (+a*) da mangaba em pó, seca a 70 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	132,49551	22,08259	1159335,78 **
Resíduo	14	0,00027	0,00002	-
Total	20	132,49578	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.49 - Análise de variância da intensidade de amarelo (+b*) da mangaba em pó, seca a 50 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	320,31159	53,38527	273436,72 **
Resíduo	14	0,00273	0,00020	-
Total	20	320,31432	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.50 - Análise de variância da intensidade de amarelo (+b*) da mangaba em pó, seca a 50 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	299,98605	49,99767	5249755,63 **
Resíduo	14	0,00013	0,00001	-
Total	20	299,98618	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.51 - Análise de variância da intensidade de amarelo (+b*) da mangaba em pó, seca a 60 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	62,07799	10,34633	57177,0964 **
Resíduo	14	0,00253	0,00018	-
Total	20	62,08052	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.52 - Análise de variância da intensidade de amarelo (+b*) da mangaba em pó, seca a 60 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	85,94210	14,32368	1503986,69 **
Resíduo	14	0,00013	0,00001	-
Total	20	85,94223	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.53 - Análise de variância da intensidade de amarelo (+b*) da mangaba em pó, seca a 70 °C, armazenada na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	132.92536	22.15423	445.2898 **
Resíduo	14	0.69653	0.04975	-
Total	20	133.62190	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

Tabela D.54 - Análise de variância da intensidade de amarelo (+b*) da mangaba em pó, seca a 70 °C, armazenada na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Tratamentos	6	90,19490	15,03248	1578410,65 **
Resíduo	14	0,00013	0,00001	-
Total	20	90,19503	-	-

**Significativo a 1% de probabilidade

G. L. – Grau de liberdade; S. Q. – Soma dos quadrados; Q. M. – Quadrados médios dos desvios; F – Variável

APÊNDICE E

Tabela E.1 - Regressão na análise de variância da umidade da mangaba em pó, seca a 50 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	31,35309	31,35309	530,2747 **
Reg. quadrática	1	9,01447	9,01447	152,4617 **
Reg. cúbica	1	1,59202	1,59202	26,9258 **
Reg. 4º grau	1	0,02236	0,02236	0,3782 ns
Reg. 5º grau	1	0,05349	0,05349	0,9047 ns
Desvios	1	0,05373	0,05373	0,9087
Tratamentos	6	42,08916	7,01486	118,6423 **
Resíduo	21	1,24165	0,05913	-
Total	27	43,3308	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)
Média geral = 25,0802; Coeficiente de variação (%) = 0,9695

Tabela E.2 - Regressão na análise de variância da umidade da mangaba em pó, seca a 60 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	20,56226	20,56226	737,4862 **
Reg. quadrática	1	2,28431	2,28431	81,9291 **
Reg. cúbica	1	0,11848	0,11848	4,2495 ns
Reg. 4º grau	1	0,01670	0,01670	0,5990 ns
Reg. 5º grau	1	0,11706	0,11706	4,1984 ns
Desvios	1	0,18193	0,18193	6,5250
Tratamentos	6	23,28074	3,88012	139,1645 **
Resíduo	21	0,58551	0,02788	-
Total	27	23,86625	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)
Média geral = 24,20802; Coeficiente de variação (%) = 0,6898

Tabela E.3 - Regressão na análise de variância da umidade da mangaba em pó, seca a 70 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	21,60873	21,60873	880,2263 **
Reg. quadrática	1	0,00600	0,00600	0,2442 ns
Reg. cúbica	1	0,02383	0,02383	0,9706 ns
Reg. 4º grau	1	0,00440	0,00440	0,1794 ns
Reg. 5º grau	1	0,53587	0,53587	21,8283 **
Desvios	1	0,03443	0,03443	1,4024
Tratamentos	6	22,21325	3,70221	150,8085 *
Resíduo	21	0,51553	0,02455	-
Total	27	22,72878	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)
 Média geral = 23,5663; Coeficiente de variação (%) = 0,66485

Tabela E.4. Regressão na análise de variância da umidade da mangaba em pó, seca a 50 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	15,12645	15,12645	156,9349 **
Reg. quadrática	1	2,77536	2,77536	28,7940 **
Reg. cúbica	1	1,02593	1,02593	10,6439 **
Reg. 4º grau	1	0,10652	0,10652	1,1052 ns
Reg. 5º grau	1	0,06327	0,06327	0,6564 ns
Desvios	1	0,00181	0,00181	0,0188
Tratamentos	6	19,09934	3,18322	33,0255 **
Resíduo	21	2,02412	0,09639	-
Total	27	21,12346	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)
 Média geral = 24,22994; Coeficiente de variação (%) = 1,28132

Tabela E.5 - Regressão na análise de variância da umidade da mangaba em pó, seca a 60 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	21,93260	21,93260	2384,3555 **
Reg. quadrática	1	3,79542	3,79542	412,6109 **
Reg. cúbica	1	2,53689	2,53689	275,7920 **
Reg. 4º grau	1	1,35824	1,35824	147,6576 **
Reg. 5º grau	1	0,00111	0,00111	0,1204 ns
Desvios	1	0,00123	0,00123	0,1335
Tratamentos	6	29,62548	4,93758	536,7783 **
Resíduo	21	0,19317	0,00920	-
Total	27	29,81865	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)
 Média geral = 24,77386; Coeficiente de variação (%) = 0,38714

Tabela E.6 - Regressão na análise de variância da umidade da mangaba em pó, seca a 70 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	25,26544	25,26544	1156,8494 **
Reg. quadrática	1	3,65981	3,65981	167,5745 **
Reg. cúbica	1	0,12556	0,12556	5,7489 *
Reg. 4º grau	1	0,00156	0,00156	0,0713 ns
Reg. 5º grau	1	0,02631	0,02631	1,2048 ns
Desvios	1	0,18341	0,18341	8,3981
Tratamentos	6	29,26209	4,87701	223,3078 ns
Resíduo	21	0,45864	0,02184	-
Total	27	29,72072	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (0,01 ≤ p < 0,05); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)
 Média geral = 24,31800; Coeficiente de variação (%) = 0,60771

Tabela E.7 - Regressão na análise de variância do pH da mangaba em pó, seca a 50 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	0,58147	0,58147	8278,5890 **
Reg. quadrática	1	0,00341	0,00341	48,5127 **
Reg. cúbica	1	0,03920	0,03920	558,1610 **
Reg. 4º grau	1	0,00147	0,00147	20,8590 **
Reg. 5º grau	1	0,00609	0,00609	86,6483 **
Desvios	1	0,00590	0,00590	84,0096
Tratamentos	6	0,63754	0,10626	1512,7966 **
Resíduo	21	0,00147	0,00007	-
Total	27	0,63901	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)
 Média geral = 3,18821; Coeficiente de variação (%) = 0,26287

Tabela E.8 - Regressão na análise de variância do pH da mangaba em pó, seca a 60 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	0,54600	0,54600	10920,0714 **
Reg. quadrática	1	0,00347	0,00347	69,4286 **
Reg. cúbica	1	0,00770	0,00770	154,0833 **
Reg. 4º grau	1	0,00159	0,00159	31,8214 **
Reg. 5º grau	1	0,00030	0,00030	6,0952 *
Desvios	1	0,00295	0,00295	58,9286
Tratamentos	6	0,56202	0,09367	1873,4048 **
Resíduo	21	0,00105	0,00005	-
Total	27	0,56307	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)

Média geral = 3,20786; Coeficiente de variação (%) = 0,22043

Tabela E.9 - Regressão na análise de variância do pH da mangaba em pó, seca a 70 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	0,51300	0,51300	8449,4706 **
Reg. quadrática	1	0,00130	0,00130	21,3529 **
Reg. cúbica	1	0,00135	0,00135	22,2353 **
Reg. 4º grau	1	0,00356	0,00356	58,5668 **
Reg. 5º grau	1	0,00347	0,00347	57,1765 **
Desvios	1	0,00032	0,00032	5,1979
Tratamentos	6	0,52299	0,08717	1435,6667 **
Resíduo	21	0,00128	0,00006	-
Total	27	0,52427	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (0,01 ≤ p < 0,05); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)

Média geral = 3,22393; Coeficiente de variação (%) = 0,24169

Tabela E.10 - Regressão na análise de variância do pH da mangaba em pó, seca a 50 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	0,74916	0,74916	12339,0588 **
Reg. quadrática	1	0,02787	0,02787	459,0000 **
Reg. cúbica	1	0,01984	0,01984	326,7353 **
Reg. 4º grau	1	0,00305	0,00305	50,1845 **
Reg. 5º grau	1	0,00027	0,00027	4,4118 *
Desvios	1	0,01802	0,01802	296,7273
Tratamentos	6	0,81819	0,13637	2246,0196 **
Resíduo	21	0,00128	0,00006	-
Total	27	0,81947	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (0,01 ≤ p < 0,05); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)

Média geral = 3,20393; Coeficiente de variação (%) = 0,24320

Tabela E.11 - Regressão na análise de variância do pH da mangaba em pó, seca a 60 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	0,72000	0,72000	9450,0469 **
Reg. quadrática	1	0,01467	0,01467	192,5156 **
Reg. cúbica	1	0,01927	0,01927	252,8750 **
Reg. 4º grau	1	0,00058	0,00058	7,6705 *
Reg. 5º grau	1	0,00003	0,00003	0,3906 ns
Desvios	1	0,00639	0,00639	83,8764
Tratamentos	6	0,76094	0,12682	1664,5625 **
Resíduo	21	0,00160	0,00008	-
Total	27	0,76254	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns - não significativo (p-valor $\geq 0,05$)

Média geral = 3,20857; Coeficiente de variação (%) = 0,27204

Tabela E.12 - Regressão na análise de variância do pH da mangaba em pó, seca a 70 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	0,60770	0,60770	5609,5467 **
Reg. quadrática	1	0,00126	0,00126	11,6071 **
Reg. cúbica	1	0,00000	0,00000	0,0385 ns
Reg. 4º grau	1	0,00166	0,00166	15,2862 **
Reg. 5º grau	1	0,00126	0,00126	11,6071 **
Desvios	1	0,00135	0,00135	12,4198
Tratamentos	6	0,61322	0,10220	943,4176 **
Resíduo	21	0,00228	0,00011	-
Total	27	0,61550	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns - não significativo (p-valor $\geq 0,05$)

Média geral = 3,24464; Coeficiente de variação (%) = 0,32079

Tabela E.13 - Regressão na análise de variância do ácido ascórbico da mangaba em pó, seca a 50 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	16725,03009	16725,03009	11070,7258 **
Reg. quadrática	1	1877,67036	1877,67036	1242,8781 **
Reg. cúbica	1	10,98907	10,98907	7,2739 *
Reg. 4º grau	1	27,02374	27,02374	17,8877 **
Reg. 5º grau	1	12,04705	12,04705	7,9743 *
Desvios	1	22,07042	22,07042	14,6090
Tratamentos	6	18674,83073	3112,47179	2060,2248 **
Resíduo	21	31,72562	1,51074	-
Total	27	18706,55635	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (0,01 ≤ p < 0,05); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)

Média geral = 73,76487; Coeficiente de variação (%) = 1,66627

Tabela E.14 - Regressão na análise de variância do ácido ascórbico da mangaba em pó, seca a 60 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	17029,46860	17029,46860	23846,2296 **
Reg. quadrática	1	323,98046	323,98046	453,6673 **
Reg. cúbica	1	41,69546	41,69546	58,3858 **
Reg. 4º grau	1	2,15520	2,15520	3,0179 ns
Reg. 5º grau	1	1,87821	1,87821	2,6300 ns
Desvios	1	9,94546	9,94546	13,9266
Tratamentos	6	17409,12340	2901,52057	4062,9762 **
Resíduo	21	14,99687	0,71414	-
Total	27	17424,12027	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (0,01 ≤ p < 0,05); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)

Média geral = 78,65801; Coeficiente de variação (%) = 1,07435

Tabela E.15 - Regressão na análise de variância do ácido ascórbico da mangaba em pó, seca a 70 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	8770,43681	8770,43681	11229,0448 **
Reg. quadrática	1	408,34373	408,34373	522,8143 **
Reg. cúbica	1	67,23521	67,23521	86,0832 **
Reg. 4º grau	1	6,22851	6,22851	7,9745 *
Reg. 5º grau	1	36,56948	36,56948	46,8210 **
Desvios	1	20,53583	20,53583	26,2926
Tratamentos	6	9309,34957	1551,55826	1986,5051 **
Resíduo	21	16,40203	0,78105	-
Total	27	9325,75160	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (0,01 ≤ p < 0,05); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)

Média geral = 49,04860; Coeficiente de variação (%) = 1,80183

Tabela E.16 - Regressão na análise de variância do ácido ascórbico da mangaba em pó, seca a 50 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	28978,70384	28978,70384	37454,9922 **
Reg. quadrática	1	1416,37620	1416,37620	1830,6671 **
Reg. cúbica	1	221,58322	221,58322	286,3964 **
Reg. 4º grau	1	105,66143	105,66143	136,5675 **
Reg. 5º grau	1	1,19582	1,19582	1,5456 ns
Desvios	1	64,38744	64,38744	83,2208
Tratamentos	6	30787,90795	5131,31799	6632,2316 **
Resíduo	21	16,24757	0,77369	-
Total	27	30804,15552	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (0,01 ≤ p < 0,05); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)

Média geral = 66,511040; Coeficiente de variação (%) = 1,32250

Tabela E.17 - Regressão na análise de variância do ácido ascórbico da mangaba em pó, seca a 60 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	23817,02853	23817,02853	33218,7512 **
Reg. quadrática	1	1149,16353	1149,16353	1602,7934 **
Reg. cúbica	1	321,53100	321,53100	448,4547 **
Reg. 4º grau	1	187,96913	187,96913	262,1695 **
Reg. 5º grau	1	14,82142	14,82142	20,6721 **
Desvios	1	83,99075	83,99075	117,1459
Tratamentos	6	25574,50436	4262,41739	5944,9978 **
Resíduo	21	15,05648	0,71698	-
Total	27	25589,56085	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (0,01 ≤ p < 0,05); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)

Média geral = 71,35498; Coeficiente de variação (%) = 1,18666

Tabela E.18 - Regressão na análise de variância do ácido ascórbico da mangaba em pó, seca a 70 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	8353,93272	8353,93272	13537,9866 **
Reg. quadrática	1	349,88067	349,88067	567,0000 **
Reg. cúbica	1	8,60739	8,60739	13,9487 **
Reg. 4º grau	1	2,71488	2,71488	4,3996 *
Reg. 5º grau	1	75,78426	75,78426	122,8124 **
Desvios	1	12,58419	12,58419	20,3933
Tratamentos	6	8803,50412	1467,25069	2377,7568 **
Resíduo	21	12,95854	0,61707	-
Total	27	8816,46266	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (0,01 ≤ p < 0,05); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)

Média geral = 48,39190; Coeficiente de variação (%) = 1,62329

Tabela E.19 - Regressão na análise de variância da acidez total titulável da mangaba em pó, seca a 50 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	8,10771	8,10771	18755,7778 **
Reg. quadrática	1	1,79091	1,79091	4142,9546 **
Reg. cúbica	1	0,12609	0,12609	291,6918 **
Reg. 4º grau	1	0,00894	0,00894	20,6863 **
Reg. 5º grau	1	0,02585	0,02585	59,8062 **
Desvios	1	0,01095	0,01095	25,3325
Tratamentos	6	10,07046	1,67841	3882,7082 **
Resíduo	21	0,00908	0,00043	-
Total	27	10,07954	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns - não significativo (p-valor $\geq 0,05$)

Média geral = 5,43044; Coeficiente de variação (%) = 0,38287

Tabela E.20 - Regressão na análise de variância da acidez total titulável da mangaba em pó, seca a 60 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	7,93931	7,93931	10639,5626 **
Reg. quadrática	1	0,83384	0,83384	1117,4407 **
Reg. cúbica	1	0,03298	0,03298	44,1995 **
Reg. 4º grau	1	0,03984	0,03984	53,3937 **
Reg. 5º grau	1	0,04108	0,04108	55,0541 **
Desvios	1	0,05073	0,05073	67,9810
Tratamentos	6	8,93778	1,48963	1996,2719 **
Resíduo	21	0,01567	0,00075	-
Total	27	8,95345	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns - não significativo (p-valor $\geq 0,05$)

Média geral = 5,51943; Coeficiente de variação (%) = 0,49492

Tabela E.21 - Regressão na análise de variância da acidez total titulável da mangaba em pó, seca a 70 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	6,57486	6,57486	204,9646 **
Reg. quadrática	1	0,66932	0,66932	20,8654 **
Reg. cúbica	1	0,03212	0,03212	1,0013 ns
Reg. 4º grau	1	0,18054	0,18054	5,6280 *
Reg. 5º grau	1	0,00099	0,00099	0,0308 ns
Desvios	1	0,15963	0,15963	4,9763
Tratamentos	6	7,61745	1,26958	39,5777 **
Resíduo	21	0,67364	0,03208	-
Total	27	8,29109	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns - não significativo (p-valor $\geq 0,05$)

Média geral = 5,54841; Coeficiente de variação (%) = 3,22801

Tabela E.22 - Regressão na análise de variância da acidez total titulável da mangaba em pó, seca a 50 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	8,55502	8,55502	10094,649 **
Reg. quadrática	1	0,86328	0,86328	1018,6413 **
Reg. cúbica	1	0,03335	0,03335	39,3475 **
Reg. 4º grau	1	0,02261	0,02261	26,6792 **
Reg. 5º grau	1	0,08702	0,08702	102,6776 **
Desvios	1	0,01811	0,01811	21,3653
Tratamentos	6	9,57938	1,59656	1883,8932 **
Resíduo	21	0,01780	0,00085	-
Total	27	9,59718	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns - não significativo (p-valor $\geq 0,05$)

Média geral = 5,56984; Coeficiente de variação (%) = 0,52266

Tabela E.23 - Regressão na análise de variância da acidez total titulável da mangaba em pó, seca a 60 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	6,56164	6,56164	17913,7633 **
Reg. quadrática	1	1,37207	1,37207	3745,8645 **
Reg. cúbica	1	0,07817	0,07817	213,4098 **
Reg. 4º grau	1	0,02614	0,02614	71,3621 **
Reg. 5º grau	1	0,05707	0,05707	155,7993 **
Desvios	1	0,02309	0,02309	63,0443
Tratamentos	6	8,11818	1,35303	3693,8739 **
Resíduo	21	0,00769	0,00037	-
Total	27	8,12587	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (0,01 ≤ p < 0,05); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)

Média geral = 5,50718; Coeficiente de variação (%) = 0,34752

Tabela E.24 - Regressão na análise de variância da acidez total titulável da mangaba em pó, seca a 70 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	5,66667	5,66667	22400,7425 **
Reg. quadrática	1	0,79533	0,79533	3143,9956 **
Reg. cúbica	1	0,02796	0,02796	110,5358 **
Reg. 4º grau	1	0,04876	0,04876	192,7710 **
Reg. 5º grau	1	0,10853	0,10853	429,0387 **
Desvios	1	0,02631	0,02631	103,9942
Tratamentos	6	6,67357	1,11226	4396,8463 **
Resíduo	21	0,00531	0,00025	-
Total	27	6,67888	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (0,01 ≤ p < 0,05); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)

Média geral = 5,57051; Coeficiente de variação (%) = 0,28552

Tabela E.25 - Regressão na análise de variância dos açúcares redutores da mangaba em pó, seca a 50 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	567,26958	567, 26958	1392,5071 **
Reg. quadrática	1	0,68611	0,68611	1,6842 ns
Reg. cúbica	1	0,15362	0,15362	0,3771 ns
Reg. 4º grau	1	1,95772	1,95772	4,8057 *
Reg. 5º grau	1	0,15598	0,15598	0,3829 ns
Desvios	1	0,28648	0,28648	0,7032
Tratamentos	6	570,50949	95,08492	233,4100 **
Resíduo	21	8,55483	0,40737	-
Total	27	579,06432	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (0,01 ≤ p < 0,05); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)

Média geral = 46,70760; Coeficiente de variação (%) = 1,36650

Tabela E.26 - Regressão na análise de variância dos açúcares redutores da mangaba em pó, seca a 60 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	450,04753	450,04753	2713,5321 **
Reg. quadrática	1	2,04892	2,04892	12,3538 **
Reg. cúbica	1	0,03686	0,03686	0,2223 ns
Reg. 4º grau	1	0,01327	0,01327	0,0800 ns
Reg. 5º grau	1	0,01181	0,01181	0,0712 ns
Desvios	1	0,07305	0,07305	0,4404
Tratamentos	6	452,23145	75,37191	454,4500 **
Resíduo	21	3,48291	0,16585	-
Total	27	455,71436	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (0,01 ≤ p < 0,05); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)

Média geral = 46,03830; Coeficiente de variação (%) = 0,88459

Tabela E.27 - Regressão na análise de variância dos açúcares redutores da mangaba em pó, seca a 70 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 1

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	262,30689	262,30689	2016,4980 **
Reg. quadrática	1	18,21781	18,21781	140,0504 **
Reg. cúbica	1	3,30190	3,30190	25,3835 **
Reg. 4º grau	1	1,96286	1,96286	15,0896 **
Reg. 5º grau	1	0,07142	0,07142	0,5491 ns
Desvios	1	0,47231	0,47231	3,6309
Tratamentos	6	286,33319	47,72220	366,8669 **
Resíduo	21	2,73169	0,13008	-
Total	27	289,06488	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (0,01 ≤ p < 0,05); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)

Média geral = 45,04284; Coeficiente de variação (%) = 0,80072

Tabela E.28 - Regressão na análise de variância dos açúcares redutores da mangaba em pó, seca a 50 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	884,67401	884,67401	2374,6968 **
Reg. quadrática	1	35,32321	35,32321	94,8168 **
Reg. cúbica	1	2,55721	2,55721	6,8642 *
Reg. 4º grau	1	4,74484	4,74484	12,7364 **
Reg. 5º grau	1	0,88389	0,88389	2,3726 ns
Desvios	1	0,84100	0,84100	2,2575
Tratamentos	6	929,02416	154,83736	415,6240 **
Resíduo	21	7,82338	0,37254	-
Total	27	936,84754	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (0,01 ≤ p < 0,05); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)

Média geral = 43,85451; Coeficiente de variação (%) = 1,39179

Tabela E.29 - Regressão na análise de variância dos açúcares redutores da mangaba em pó, seca a 60 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	1045,61471	1045,61471	8891,8431 **
Reg. quadrática	1	16,88535	16,88535	143,5920 **
Reg. cúbica	1	2,76333	2,76333	23,4992 **
Reg. 4º grau	1	2,34762	2,34762	19,9640 **
Reg. 5º grau	1	1,36720	1,36720	11,6265 **
Desvios	1	0,64164	0,64164	5,4565
Tratamentos	6	1069,61985	178,26998	1515,9969 **
Resíduo	21	2,46944	0,11759	-
Total	27	1072,08930	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (0,01 ≤ p < 0,05); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)

Média geral = 42,72103; Coeficiente de variação (%) = 0,80269

Tabela E.30 - Regressão na análise de variância dos açúcares redutores da mangaba em pó, seca a 70 °C, em função do tempo de armazenamento na embalagem Laminada 2

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg. linear	1	707,46882	707,46882	5939,3957 **
Reg. quadrática	1	8,59239	8,59239	72,1355 **
Reg. cúbica	1	0,19496	0,19496	1,6367 ns
Reg. 4º grau	1	3,29399	3,29399	27,6539 **
Reg. 5º grau	1	1,21527	1,21527	10,2025 **
Desvios	1	1,92656	1,92656	16,1740
Tratamentos	6	722,69198	120,44866	1011,1997 **
Resíduo	21	2,50141	0,11911	-
Total	27	725,19339	-	-

** - significativo a 1% de probabilidade (p-valor < 0,01); * significativo a 5% de probabilidade (0,01 ≤ p < 0,05); ns - não significativo (p-valor ≥ 0,05)

Média geral = 42,33936; Coeficiente de variação (%) = 0,81515