



**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM**  
**Programa de Pós-graduação em Biologia e Recursos Naturais**  
**Mestrado em Agricultura no Trópico Úmido – ATU**



**Tecnologia para produção de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Amazonas**

**NATASHA VERUSKA CARVALHO DOS SANTOS**

Manaus, Amazonas  
Maio, 2008

**NATASHA VERUSKA CARVALHO DOS SANTOS**

**Tecnologia para produção de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Amazonas**

ORIENTADORA: Dra. Jerusa de Souza Andrade

FONTE FINANCIADORA:

Projeto: Agregação de valor e conservação das matérias primas regionais para obtenção de alimentos. Processo 928/2003 - FAPEAM - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas.

Bolsa de mestrado: CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível superior

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS AGRÁRIAS, área de concentração em AGRICULTURA NO TRÓPICO ÚMIDO, linha de pesquisa Tecnologias para o Agronegócio.

Manaus, Amazonas  
Maio, 2008

S237

Santos, Natasha Veruska Carvalho dos

Tecnologia para produção de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Amazonas/ Natasha Veruska Carvalho dos Santos.--- Manaus : [s.n.], 2008.

xix,104 f. : il.

Dissertação (mestrado) --- INPA/UFAM, Manaus, 2008

Orientadora : Jerusa de Souza Andrade

Área de concentração : Agricultura no Trópico Úmido

1. Banana-passa – Tecnologia. 2. Prevenção de escurecimento.  
3. Desidratação osmótica. 4. Composição química. 5. Textura e coloração.  
6. Custo de produção. I. Título.

CDD 19. ed. 664.804772

**Sinopse:**

Estudou-se o desenvolvimento da tecnologia para produção de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Amazonas, comparando os tratamentos de prevenção do escurecimento e desidratação osmótica e abordando aspectos relacionados à composição química, atividade de água, coloração, textura, rendimento e custo.

**Palavras-chave:** prevenção de escurecimento, desidratação osmótica, composição química, textura e coloração, custo de produção.

A Deus e minha família.

Aos produtores de banana, cooperativas e agroindústrias  
processadoras de frutos do estado do Amazonas.

Dedico

## AGRADECIMENTOS

- Aos meus pais Luiz Guilherme dos Santos e Marta de Carvalho dos Santos pelo amor e carinho que me deram, pelos conselhos, educação, ensinamentos, incentivo que me proporcionaram durante o Mestrado e pela paciência que tiveram que ter quando não lhes dei a atenção necessária devido aos estudos, amo vocês apesar da distância.

-Aos meus irmãos Domênico Carvalho dos Santos, Rebeca de Carvalho dos Santos, Luiz Guilherme dos Santos Junior, Gelma Helena Chagas Santos, a minha cunhada Amanda, aos meus sobrinhos Tamires, Tatiane e Matheus pela convivência e pelos momentos felizes que compartilhamos.

- Ao Adamir da Rocha Nina Junior, meu futuro esposo, pelo amor e cumplicidade que temos compartilhado e pela paciência que teve comigo durante todo o período deste Mestrado, principalmente no preparo da aula de qualificação e dissertação.

-A minha nova parte da minha família Adamir Nina, Maria Ney Nina, Bruno Nina, Adriana Nina, Caroline Mota, Leonardo, Marcelo Nina, Hellen Nina e Ítalo Pinto, pelo convívio nos fins de semana, almoços de domingo e principalmente o carinho que me foi dado como filha e irmã.

- A Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) por ter me proporcionado a formação acadêmica em Agronomia e ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e ao curso de Agricultura no Trópico Úmido (ATU) pelo curso de Mestrado em Agricultura no Trópico Úmido.

- Aos Doutores Raimundo Wilane de Figueiredo, Edmar Clemente, José Clério Pereira, Kaoru Yuyama, Suely Costa e Danilo Fernandes pelas correções no plano de dissertação e aula de qualificação. Em especial aos Doutores Kaoru Yuyama e Suely Costa também pelas correções das análises estatísticas e pelo empenho em colaborar para a versão final desta dissertação.

- Dra. Lídia Medina Araújo pela ajuda na análise de atividade de água, cedendo o equipamento.

- Dr. Nilson Carvalho e Dr. Pedro Roberto de Oliveira pelo empréstimo de equipamento e auxílio na análise de textura.

- Sr. Carlos Prestes da indústria Perlos, pela orientação nas análises de coloração.

- Msc. Mirza Carla Normando Pereira, por ter cedido os cachos de banana Thap maeo para os experimentos.

- Dra Joana D'arc (*in memorian*), pelo apoio, conselhos, críticas e sugestões.

- Dra. Suely Costa pelo auxílio nas análises estatísticas.

- Ao CNPq e UFRA pelo financiamento das minhas bolsas de Iniciação Científica e a

CAPES pelo financiamento da bolsa de estudos no mestrado

-A Dra. Maria Marly e Vera Burlamaqui Bastos pela orientação durante a vida acadêmica na UFRA.

- Ao coordenador do Curso de Mestrado em Agricultura no Trópico Úmido Dr. Rogério de Jesus pela convivência, alegria, alto astral e incentivo em todos os momentos.

- A Elaine Pacheco, uma pessoa abençoada por Deus, pelo apoio em todos os momentos. Obrigada por ter sido um anjo em minha vida.

-Aos amigos e professores da UFRA pelos ensinamentos profissionais e convivência.

-Aos inesquecíveis amigos da primeira turma de Especialização em Gestão da produção em Empreendimentos Agroindustriais da UEPA pelos maravilhosos momentos compartilhados.

-Aos meus amigos de turma de mestrado do ATU, cujos momentos compartilhados têm sido muito especiais. E aos professores do curso do ATU pelos ensinamentos proporcionados durante o mestrado e aos amigos da Coordenação de Pesquisas em Tecnologia de Alimentos - CPTA/INPA.

- Ao meu grande amigo Raimundo Silva Souza do laboratório de Tecnologia de Alimentos por ter me dado o apoio necessário nas análises de banana-passa e tomate-seco e a Mestre Shirley Gonçalves pela amizade, companhia em Campinas, e sugestões na minha dissertação. A Meus tios Maria José e José Maria, e meus primos por terem me acolhido em campinas durante o Congresso.

- Adriana Bariani por ter me recebido e acolhido em Manaus como membro de sua família juntamente com Raquel, Juliana e César.

- Aos meus amigos que não me faltaram nos momentos mais importantes Fabrícia Cabral, Andrey Bruyns, Fabíola Rodrigues e Grace Kelly.

- A amiga de graduação e hoje minha irmã Ayumi Osakada por ter dividido comigo não só o apartamento como minha vida, ter me entendido, aceitado nossas diferenças e me apoiado, seus conselhos e por ter me aturado durante um ano e por saber que vai ter que me aturar por mais algum tempo.

- Aos grandes amigos que fiz em Manaus Renata, Adilson, Laís Pacheco, Regiane Sablina Bernardes, João Victor, Michelly Cristo, Liliane, Aline e Santiago pelo tempo que compartilhamos e pela amizade que durante esse período estamos construindo que é tão importante em nossas vidas.

-Aos meus irmãos da Casa da Juventude pelas orações e pelos grandes amigos que fiz e ao Grupo de Oração Quem Ama Sorri compartilharmos da mesma fé em Jesus Cristo.

- A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

**Meus sinceros agradecimentos**

“Aos que têm iniciativa, são atentos às oportunidades, aceitam desafios, administram a mudança e criam as organizações de amanhã”.

*(José Carlos Assis Dornelas)*

## LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I	Página
<b>FIGURA 1.</b> Plantas (A) e cacho (B) de banana da cv. Thap Maeo do Programa de pesquisa da bananeira na fazenda experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amazônia Ocidental em Manaus....	18
<b>FIGURA 2.</b> Frutos de bananeira da cv. Thap maeo em estágio três, verde (A) e em estágio seis considerados maduros (B).....	19
<b>FIGURA 3.</b> Sistema de pesagem dos cachos (A) e de acondicionamento durante o amadurecimento dos frutos (B) de bananeira da cv. Thap maeo.....	20
<b>FIGURA 4.</b> Peso dos cachos e número de pencas por cacho da cv. Thap maeo.....	23
<b>FIGURA 5.</b> Peso das pencas por cacho da cv. Thap maeo .....	24
<b>FIGURA 6.</b> Números de frutos por penca da cv. Thap maeo .....	25
<b>FIGURA 7.</b> Pesos máximos, médios e mínimos dos frutos com casca, sem casca e da casca dos frutos da cv. Thap maeo.....	25
<b>FIGURA 8.</b> Percentagem de polpa e casca de frutos da cv. Thap maeo...	27
<hr/>	
CAPÍTULO II	
<b>FIGURA 1.</b> Curva de secagem de bananas-passa da cv. Thap maeo. Branqueamento com (BCDO) e sem desidratação osmótica (BSDO), controle com (CCDO) e sem desidratação osmótica (CSDO).....	36
<b>FIGURA 2.</b> Aspecto de bananas-passa da cv. Thap maeo produzidas no estado do Amazonas. Controle sem desidratação osmótica - CSDO(A), branqueamento sem desidratação osmótica- BSDO(B), controle com desidratação osmótica - CCDO(C) e branqueamento com desidratação osmótica BCDO (D).....	40
<hr/>	
Capítulo III	
<b>FIGURA 1.</b> Curva de secagem de bananas-passa da cv. Thap maeo. Sulfitação com (SCDO) e sem desidratação osmótica (SSDO), controle com (CCDO) e sem desidratação osmótica (CSDO).....	51
<b>FIGURA 2.</b> Aspecto de bananas-passa da cv. Thap maeo produzidas no estado do Amazonas. Controle sem desidratação osmótica - CSDO(A), Sulfitação sem desidratação osmótica- SSDO(B), controle com desidratação osmótica - CCDO(C) e com desidratação com desidratação osmótica SCDO (D).....	54



---

**Capítulo IV**

---

<b>FIGURA 1.</b> Curva de secagem de banana-passa da cv. Thap maeo. Ácidos com (ACDO) e sem desidratação osmótica (ASDO), controle com (CCDO) e sem desidratação osmótica (CSDO).....	66
<b>FIGURA 2.</b> Aspecto de bananas-passa da cv. Thap maeo produzidas no estado do Amazonas. Controle sem desidratação osmótica - CSDO(A), ácidos sem desidratação osmótica- ASDO(B), controle com desidratação osmótica - CCDO(C) e ácidos com desidratação osmótica ACDO (D).....	68

---

## LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I	Página
<b>TABELA 1:</b> Comprimento e espessura de frutos de bananeira da cv. Thap maeo .....	26
<b>TABELA 2:</b> Características físico-químicas de frutos da cv. Thap maeo produzidas no Amazonas.....	27
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>TABELA 1:</b> Matéria seca, atividade de água e textura de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Amazonas.....	37
<b>TABELA 2:</b> Coloração de banana-passa obtida da cv. Thap maeo produzida no Amazonas.....	39
<b>TABELA 3:</b> Características químicas e físico-químicas de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Amazonas.....	41
<b>TABELA 4:</b> Peso do fruto <i>in natura</i> com e sem casca de banana e rendimento de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Amazonas.....	42
<b>TABELA 5:</b> Influência do branqueamento e da desidratação osmótica no custo de produção de banana-passa obtida da cv Thap maeo.....	43
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>TABELA 1:</b> Matéria seca, atividade de água e textura de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Amazonas.....	52
<b>TABELA 2:</b> Coloração de banana-passa obtida da cv. Thap maeo produzida no Amazonas.....	54
<b>TABELA 3:</b> Características químicas e físico-químicas de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Amazonas.....	55
<b>TABELA 4:</b> Peso do fruto <i>in natura</i> com e sem casca de banana e rendimento de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Amazonas.....	57
<b>TABELA 5:</b> Influência do branqueamento e da desidratação osmótica no custo de produção de banana-passa obtida da cv Thap maeo.....	58

---

**CAPÍTULOS IV**

---

<b>TABELA 1:</b> Matéria seca, atividade de água e textura de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Amazonas.....	67
<b>TABELA 2:</b> Coloração de banana-passa obtida da cv. Thap maeo produzida no Amazonas.....	69
<b>TABELA 3:</b> Características químicas e físico-químicas de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Amazonas.....	70
<b>TABELA 4:</b> Peso do fruto <i>in natura</i> com e sem casca de banana e rendimento de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Amazonas.....	72
<b>TABELA 5:</b> Influência do branqueamento e da desidratação osmótica no custo de produção de banana-passa obtida da cv. Thap maeo.....	73

---

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ACDO – Ácidos com desidratação osmótica

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

APG II – *Angiosperm Phylogeny Group*

APL's – Arranjos Produtivos Locais

ASDO – Ácidos sem desidratação osmótica

BCDO – Branqueamento com desidratação osmótica

BSDO – Branqueamento sem desidratação osmótica

CCDO – Controle com desidratação osmótica

CSDO – Controle sem desidratação osmótica

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO – *Food and Agriculture Organization*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDAM – Instituto de Desenvolvimento Agropecuário – IDAM

PBMH & PIF – Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura & Produção Integrada de Frutas

SCDO – Sulfitação com desidratação osmótica

SSDO – Sulfitação sem desidratação osmótica

## RESUMO

A cultivar Thap maeo, recomendada pela Embrapa, distribuída pelo Instituto de Desenvolvimento Agropecuário do Estado do Amazonas, atualmente é produzida e comercializada *in natura*. Resistente a doenças e com qualidades tecnológicas, a falta aceitação do fruto *in natura* e de tecnologia de processamento ainda é um entrave para a bananicultura no Amazonas. Como o desenvolvimento de tecnologias para conservação e agregação de valor é uma estratégia para os APL's no Amazonas, teve-se como objetivo avaliar métodos de prevenção do escurecimento enzimático e de desidratação para obtenção de banana-passa a partir da cv. Thap maeo. Frutos maduros cedidos pela Embrapa-CPAA foram lavados, sanitizados (NaClO 0,01%), submetidos a tratamentos de branqueamento (água a 94 °C por dois minutos) e imersão em Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de sódio a 0,01% e solução ácida (0,25% de ácido ascórbico e 0,30% de cítrico), e precedidos ou não de desidratação osmótica por imersão durante seis horas em solução de sacarose a 65 °Brix, foram secos em estufa (com circulação de ar) a 65 °C. Os produtos obtidos foram avaliados quanto a composição química, textura, atividade de água e coloração. Aliado aos tratamentos de prevenção do escurecimento, a desidratação osmótica contribuiu para a qualidade, proporcionando a banana-passa da cv. Thap maeo melhor aparência, coloração, textura e características físico-químicas, menor atividade de água, maior rendimento e menor custo de produção. A produção de banana-passa surge como estratégia para conservação e agregação de valor para a cv. Thap maeo, servindo de base para os Arranjos produtivos locais - APL's no Amazonas.

**Palavras-Chave:** prevenção de escurecimento, desidratação osmótica, composição química, textura e coloração, custo de produção.

**ABSTRACT**

The cultivate Thap maeo, developed by Embrapa, distributed by the Institute of Agricultural Development of the State of Amazon, now it is produced and marketed *in natura*. Resistant to diseases and with technological qualities, the lack acceptance of the fruit *in natura* and of processing technology it is still an impediment for the culture of banana in Amazon. As the development of technologies for conservation and aggregation of value is a strategy for APL's in Amazon, it was had as objective evaluates methods of prevention of the enzymatic darkening and of dehydration for banana-raisin obtaining starting from the cv. Thap maeo. Ripe fruits given in by Embrapa-CPAA were washed, sanitizados (NaClO 0,01%), submitted to Blanching treatments (water to 94 °C for two minutes) and immersion in Na<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>O<sub>5</sub> of sodium to 0,01% and acid solution (0,25% of ascorbic acid and 0,30% of citric), and preceded or not of osmotic dehydration for immersion during six hours in sucrose solution to 65 °Brix, they were dry in dryer (with circulation of air) to 65 °C. The obtained products were appraised as the chemical composition, texture, activity of water and coloration. Ally to the treatments of prevention of the darkening, the osmotic dehydration contributed to the quality, providing the banana-raisin of the cv. Thap maeo better appearance, coloration, texture and characteristics physiochemical, smaller activity of water, larger income and smaller production cost. The banana-raisin production appears as strategy for conservation and aggregation of value for the cv. Thap maeo, serving as base for the local productive Arrangements - APL's in Amazon.

**Key words:** darkening prevention, osmotic dehydration, chemical composition, texture and coloration, production cost.

## Sumário

Agradecimentos.....	iv
Lista de figuras.....	vii
Lista de tabelas.....	ix
Lista de abreviaturas e siglas.....	xi
Resumo.....	xii
Abstract.....	xiii
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>3</b>
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
3.1 Geral.....	15
3.2 Específicos.....	15
<b>4 CAPÍTULO I.....</b>	<b>16</b>
<b><i>Caracterização física e físico-química dos frutos de bananeira da cv. Thap maeo produzida no estado do Amazonas</i>.....</b>	<b>16</b>
4.1 INTRODUÇÃO.....	16
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.2.1 Obtenção da matéria-prima.....	18
4.2.2 Despenca e amadurecimento .....	19
4.2.3 Seleção .....	19
4.2.4 Caracterização física.....	20
4.2.5 Caracterização físico-química .....	21
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
4.3.1 <i>Peso do cacho, número de pencas e de frutos por cacho</i> .....	23
4.3.2 <i>Peso da penca e número de frutos por penca</i> .....	23
4.3.3 <i>Peso do fruto</i> .....	25
4.3.4 <i>Dimensão do fruto</i> .....	25
4.3.5 <i>Relação polpa/casca e rendimento de polpa</i> .....	26
4.3.6 <i>Caracterização físico-química do fruto in natura</i> .....	27
4.4 CONCLUSÕES.....	28

<b>5</b>	<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>29</b>
	<i><b>Efeito do branqueamento e da desidratação osmótica nas características físico-químicas e custo de produção de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Estado do Amazonas .....</b></i>	<b>29</b>
5.1	INTRODUÇÃO.....	29
5.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	31
5.2.1	Obtenção da matéria-prima.....	31
5.2.2	Processamento da banana-passa.....	31
5.2.3	Avaliação da banana-passa.....	32
5.2.4	Delineamento experimental e análise estatística .....	33
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
5.4	CONCLUSÃO .....	44
<b>6</b>	<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>45</b>
	<i><b>Efeito da sulfitação e da desidratação osmótica nas características físico-químicas e custo de produção de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no estado do Amazonas .....</b></i>	<b>45</b>
6.1	INTRODUÇÃO.....	45
6.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	48
6.2.1	Obtenção da matéria-prima.....	48
6.2.2	Processamento da banana-passa.....	48
6.2.3	Avaliação da banana-passa.....	48
6.2.4	Delineamento experimental e análise estatística .....	49
6.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	50
6.4	CONCLUSÃO .....	59
<b>7</b>	<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>60</b>
	<i><b>Efeito da combinação de ácidos ascórbico e cítrico na prevenção do escurecimento e da desidratação osmótica nas características físico-químicas e custo de produção de banana-passa da cv.. Thap maeo produzida no Estado do Amazonas.....</b></i>	<b>60</b>
7.1	INTRODUÇÃO.....	60
7.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	63
7.2.1	Obtenção da matéria-prima.....	63



7.2.2	<i>Processamento da banana-passa</i> .....	63
7.2.3	<i>Avaliação da banana-passa</i> .....	63
7.2.4	<i>Delineamento experimental e análise estatística</i> .....	64
7.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	65
7.4	CONCLUSÕES.....	74
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	<b>75</b>
<b>9</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>76</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>85</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A banana é uma das frutas mais consumidas no mundo e a de maior volume transacionado no comércio internacional (Barros e Pizzol, 2001; Gasparotto et al., 2002). Semelhante às outras regiões tropicais, onde predominam populações socioeconomicamente carentes, na Amazônia, a banana constitui-se em alimento básico tendo seu uso bem diversificado e, portanto, uma das principais bases alimentares para a população amazonense (Medina et al., 1985; Gasparotto et al., 2002; Pereira et al., 2003). O Brasil é o maior consumidor e o quinto maior produtor de banana com 5% da produção mundial, cerca de sete milhões de toneladas produzidas e rendimento de 14 t/ha (FAO, 2006). Praticamente toda a produção brasileira destina-se ao mercado interno.

Na Região Norte, os Estados do Pará e Amazonas concentram 88% da produção, sendo o Pará como o primeiro e o Amazonas como segundo maior produtor do norte com um aumento de 3% na sua produção em 2004 em relação a 2003 (IBGE, 2004). A bananicultura é uma das atividades de maior relevância para o agronegócio da região Norte do Brasil, principalmente para o Estado do Amazonas, onde o consumo *percapita* foi de 60 kg/ano em 2002. É uma das principais bases alimentares para a população amazonense na complementação alimentar, principalmente das populações de baixa renda (Pereira et al., 2003).

O acúmulo de perdas na cadeia produtiva da banana é de até 40%, sendo as principais causas às técnicas inadequadas de colheita e pós-colheita, sistemas de transporte e armazenamento, que comprometem a qualidade do produto e falhas na distribuição e a dificuldade na colocação do produto no mercado (Souza, 1993a). Nos últimos anos, a bananeira (*Musa spp.*) apresentou diversos problemas fitossanitários no Estado do Amazonas. Estes contribuíram para a baixa produtividade dos banais amazonenses e causaram severas perdas na produção e influenciaram diretamente na quantidade e qualidade, assim, comprometendo economicamente e não garantindo o desenvolvimento de frutos de alto valor comercial.

Neste sentido, no Amazonas, com recomendação da Embrapa (CPAA) foram

implantadas entre outras a cv. Thap maeo, que atualmente é produzida e comercializada *in natura* e distribuídas pelo Instituto de Desenvolvimento Agropecuário do Estado do Amazonas – IDAM (Amadori, 2001).

A busca de cultivares de banana resistentes, mediante a geração de novos genótipos é uma prioridade mundial (Cordeiro & Matos, 2005), na qual o Brasil está inserido com significativa participação. Essa busca é a melhor alternativa tecnológica para a bananicultura brasileira, pelo seu elevado alcance entre os produtores e a sua ação preservacionista, dispensando o uso de fungicidas no controle da sigatokas amarela e negra.

Com o objetivo de minimizar os danos causados pela sigatoka negra, a Embrapa Amazônia Ocidental/CPAA, desenvolveu e lançou diversas cultivares resistentes a pragas e doenças de acordo com Pereira et al., (2003). No Estado do Amazonas, o Instituto de Desenvolvimento Agropecuário – IDAM, desencadeou um agressivo programa de distribuição de 592 mil mudas das cultivares Caipira, Thap Maeo, Prata zulu, e Fhia 18, nos anos de 1999 a 2001, segundo dados apresentados por Amadori (2001).

Apesar de resistentes à doenças e com qualidades tecnológicas, a falta de aceitação dessas cultivares *in natura* e de tecnologia de processamento é um entrave para a bananicultura, o fruto não é absorvido pelo mercado consumidor, por restrição de aceitação do fruto *in natura*. A produção é comercializada nas feiras livres e mercados, porém com isso há perdas e preço baixo.

A estratégia para a industrialização e o desenvolvimento e utilização de tecnologias como estratégias para conservação e agregação de valor para a cv. Thap maeo, surgem como oportunidades para a agroindústria que serve como base para os Arranjos Produtivos Locais - APL's no Amazonas. O processamento de frutos, como a desidratação, além de agregar valor é uma forma de conservação e a combinação de desidratação osmótica com a desidratação em estufa pode resultar em melhores características, tanto sensoriais quanto nutricionais, em relação a alimentos desidratados sem esse tratamento prévio.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### A banana

A bananeira (*Musa* spp.) é do reino Plantae, da divisão Magnoliophyta, da classe Liliopsida, Sub-classe Zingiberidae, Ordem Zingiberales, família Musaceae, Gênero: *Musa* com várias espécies e cultivares comerciais (Ribeiro, 1999). Mas com base em dados morfológicos moleculares da *Angiosperm Phylogeny Group – APG II* (2003), as espécies de Musaceae estão incluídas no Clado das Angiospermas pertencentes ao Clado Molofilético das Monocotiledoneas no grupo das Commelinideas no ramo Zingiberales. A banana é um fruto simples, carnoso, do tipo baga alongada e trilocular (Pbmh & Pif, 2006).

### Distribuição geográfica

Segundo a banana foi uma das primeiras espécies a serem cultivadas e propagadas vegetativamente, tendo seu centro de origem nas regiões tropicais úmidas do Sudeste Asiático, tais como: Noroeste da Índia, Burma, Camboja, Sumatra, Java, Borneo, Filipinas e Taiwan (Alves, 1999), e em países como a Indochina e Malásia.

A banana é explorada na maioria dos países tropicais de clima quente e com boa disponibilidade de água no solo. Sua produção ocorre durante quase todo o ano e geralmente por pequenos agricultores o que mostra a grande importância econômica e social (Manica, 1997, Silva, 2000) como a fixação do homem no campo e geração de emprego rural (Gasparotto et al., 2002).

### Produção

O Brasil juntamente com outros nove países tropicais correspondem a 51% do total de banana produzida no mundo (Barros & Pizzol, 2006), sendo o Brasil o terceiro maior produtor (Manica, 1997, Silva, 2000; FAO, 2006). A cultura da bananeira ocupa o segundo lugar em volume de frutas produzidas com aproximadamente seis milhões de toneladas anuais e a terceira posição em área colhida (Gasparotto et al. 2002, Pereira et al. 2003).

A exportação do fruto *in natura* é pequena devido a pequenos defeitos de

qualidade. A banana por ser uma fruta perecível, sensível a choques físicos e com rápida maturação, conferiu ao mercado internacional a característica de “Mercado de vizinhança” (Barros & Pizzol, 1999). Praticamente toda a produção brasileira destina-se ao mercado interno (Gasparotto et al., 2002), sendo o Brasil maior consumidor mundial. Esta é uma das frutas mais consumidas nas principais regiões metropolitanas do país, e o consumo per capita foi de 24 kg/ano, no triênio 1993/95 (Manica, 1997; Silva, 2000; Gasparotto et al., 2002).

A produção está distribuída por todo o território nacional sendo a Região Nordeste a maior produtora (34%), seguida das Regiões Norte (26%), Sudeste (24%), Sul (10%) e (6%) no Centro-Oeste (Gasparotto et al., 2002; IBGE, 2006). Segundo dados do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA (2006) a produção e rendimento de banana no Brasil têm aumentado e a área colhida tem diminuído demonstrando aumento de produtividade. Entretanto, atualmente, menos de 2% da banana produzida no Brasil são utilizados no processo industrial (Souza & Torres Filho, 1997).

Na Região Norte, os Estados do Pará e do Amazonas concentram 88% da produção, com destaque para o Estado do Amazonas como segundo maior produtor do norte com um aumento de 3% na sua produção em 2004 em relação a 2003 (IBGE, 2004).

Neste sentido, a bananicultura é uma das atividades de maior relevância para o agronegócio da região norte do Brasil, principalmente para o Estado do Amazonas, onde o consumo *per capita* gira em torno de 68-70 kg/ano entre 1998 e 2000, e a média brasileira de 24,5 kg/ano no mesmo período (Simão, 1998; Gasparotto et al., 2002; Barros & Pizzol, 2006), maior que a média nacional, sendo muito importante na complementação alimentar principalmente das populações de baixa renda (Manica, 1997; Silva, 2000).

Segundo dados do IBGE (2004), o Estado do Amazonas teve um maior rendimento econômico dentro da Região Norte, apesar de ser o segundo produtor. Mesmo com a maioria dos seus municípios produzindo diferentes cultivares de bananas, este se encontra em 8º lugar no setor produtivo desta área. Segundo dados de Aguiar (2006), os municípios de maior destaque são Rio Preto da Eva, presidente Figueiredo, Coarí, Iranduba-Manacapuru em escala produtiva.

Embora a bananeira seja uma planta tipicamente tropical e no Estado do Amazonas não ocorram restrições com relação ao clima, a produtividade dos bananais é incipiente, obrigando o estado a importações freqüentes para atender a demanda interna (Pereira et al., 2003).

Isto é devido à cultura apresentar diversos problemas fitossanitários no estado, destacando a ocorrência de doenças vasculares como o moko e a murcha-bacteriana, e de doenças foliares, como a sigatoka-negra e a amarela. Estas moléstias têm contribuído para a baixa produtividade dos bananais amazonenses e são responsáveis por severas perdas na produção (Gasparotto et al., 2002; Pereira et al., 2003).

De acordo com Amadori (2001) os danos influenciam diretamente na quantidade e qualidade dos frutos, assim, compromete economicamente a produção, não garantindo o desenvolvimento de frutos de alto valor comercial. Estes danos são advindos da destruição precoce das folhas, que são responsáveis pela geração de energia necessária ao desenvolvimento primeiramente da planta e posteriormente dos frutos. O número e o tamanho destes frutos dependem de alguns fatores como: cultivares, clima, fertilidade do solo, estado de sanidade da planta, cuidados nos tratamentos culturais (Manica, 1997).

### **Cultivares**

As cultivares de banana existentes no mundo e em uso para alimentação que produzem frutos sem sementes originaram-se do cruzamento entre duas espécies *Musa acuminata* Colla e a *Musa balbisiana* Colla. Esta é a razão pela qual as plantas geradas destes cruzamentos apresentam características das duas espécies gerando híbridos. A *Musa balbisiana* é a mais vigorosa (Manica, 1997; Silva, 2000).

Os grupos genômicos são classificados em diplóides (AA, AB e BB), triplóides (AAA, AAB, ABB e BBB), tetraplóides (AAAA, AAAB, AABB e ABBB) e esta classificação é adotada em todo mundo. Além dos grupos genômicos, foi estabelecido o uso do termo subgrupo para denominar um complexo de cultivares originárias através de mutações de uma única cv. original como no caso do grupo AAA, sub-grupo cavendish e do grupo AAB, subgrupos prata e terra (Manica, 1997; Silva, 2000).

A seleção de clones superiores, como os híbridos podem contribuir para o

aumento significativo na produção e a melhora na qualidade do fruto (Manica, 1997; Silva, 2000). Assim, as cultivares triploides (AAB) foram criadas e apresentaram boas características agronômicas e/ou resistência/ tolerância a pragas e doenças como a Thap Maeo (Silva, 2000).

### **Cv. Thap maeo**

A cv. Thap Maeo é do Grupo genômico AAB (Mysoure) e possui porte alto, ciclo vegetativo de 394 dias, peso médio do cacho de 17 kg, número médio de pencas/cacho 11, número médio de 164 frutos/cachos e rendimento de 28 t/ha e capacidade produtiva é de 25 t/ha. É uma variante da mysore, possui mais vigor e cachos maiores (Gasparotto et al., 1999). A Thap Maeo resistente a sigatoka negra, amarela e Mal do Panamá, suscetível ao moko e moderadamente resistente ao nematóide (*Radopholus similis*) e broca do rizoma (Gasparotto et al., 1999).

Entre as cultivares avaliadas por Jesus et al (2004), a Thap maeo apresentou o maior rendimento de polpa. Silva et al. (2002) concluíram que a Thap maeo pode substituir a mysore em razão de seu vigor e de seu melhor desempenho nos caracteres que expressam produtividade. Leite et al. (2003), a Thap maeo apresentou as melhores características de produção, sendo superior à cv. mysore em relação aos pesos dos cachos e tem boas características para o processamento.

### **Processamento**

O processamento de frutos, como a desidratação, além de agregar valor é uma forma de conservação, e a combinação de desidratação osmótica com a desidratação em estufa resulta em melhores características dos alimentos, tanto sensoriais quanto nutricionais, em relação a alimentos desidratados sem esse tratamento prévio (Brandão et al., 2003).

A industrialização da banana promove o aumento da vida-de-prateleira e agregação de valor ao produto e do ponto de vista social, é uma atividade geradora de empregos e renda (Souza & Torres Filho, 1997).

A qualidade da matéria-prima e o método de processamento da banana-passa são fatores determinantes na qualidade do produto final. A qualidade refere-se não apenas a aspectos fisiológicos e de sanidade, mas também às características físicas e de composição, que variam em função das cultivares ou genótipos da fruta (Carvalho & Cardoso, 1980).

A banana-passa ofertada no mercado brasileiro tem sabor agradável, porém grande parte possui cor escura. Uma alternativa para melhorar a aparência do produto é o uso combinado de mecanismos que evitem o escurecimento e realcem a cor da banana-passa, como ácidos orgânicos e açúcares (Cabral & Alvim, 1981; Araújo, 1985).

As indústrias nacionais, a maioria de porte caseiro, utilizam técnicas em que o produto obtido é de coloração bem escura, consistência firme e sabores pouco persistentes de banana, tornando-se um produto pouco apreciado (Sousa et al., 2005).

### **Desidratação**

Em um breve histórico do surgimento de produtos desidratados Cruz (1990) relata que desidratação passou a ser aplicada de forma significativa na primeira guerra mundial, em razão da necessidade de alimentos em larga escala destinados a suprir as tropas em combate. Neste período foram desenvolvidas técnicas de desidratação para mais de 160 tipos de vegetais. A partir desse período a ciência e tecnologia se empenharam no aprimoramento de novos sistemas de preservação de alimentos.

A desidratação é classificada quanto a sua natureza, como um processo físico em função da temperatura realizada através do calor (Barbosa, 1976). Os processos de secagem ou desidratação podem ser ao natural ou artificial. A secagem ao natural se dá ao sol, em céu aberto. Este processo enfrenta problemas higiênico-sanitários com contaminantes como o pó, insetos, pássaros e roedores; oscilações de temperatura e influência da luminosidade (Cruz, 1990).

Já a secagem artificial se dá ao forno ou estufa. Nesse processo há um controle das condições higiênico-sanitárias e de temperatura. Outra vantagem desse tipo de secagem são o menor tempo e o espaço físico necessários ao processamento. Na desidratação tem-se um produto de qualidade, pois se faz o controle higiênico-sanitário em ambientes controlados (Gava, 2002).

Define-se desidratação, secagem ou dessecação como sendo a extração deliberada, em condições controlados de água que os alimentos contêm. Esta operação básica é feita por evaporação, liofilização ou sublimação da água (Ordóñez et al., 2005).



É a operação pela qual se elimina a maior parte da água dos alimentos por evaporação aplicando o calor, com o objetivo de prolongar a vida útil dos alimentos por redução de sua atividade de água, eliminar ou dificultar a atuação de microorganismos, destruir enzimas ou inibir a ação enzimática, diminuir o teor de água dos alimentos por favorecer a multiplicação de microorganismos e atividade enzimática (Barbosa, 1976, Fellows, 1994; Fellows, 2000).

A temperatura e a concentração da solução osmótica afetam a velocidade de perda de água no produto. A perda de água nos alimentos pode ser dividida em dois períodos. No primeiro a água é eliminada com alta velocidade nas duas primeiras horas, no segundo, entre duas e seis horas a velocidade de eliminação de água vai diminuindo (Barbosa-Cánovas & Veja-Mercado, 2000).

A desidratação em estufa é um método físico que impede ou dificulta a vida microbiana pela ação bacteriostática e fungistática. A classificação destes métodos de conservação é aplicável também a enzimas, já que os efeitos dos métodos propostos são idênticos, tanto para uns, como para os outros, destes elementos promotores de alterações (Barbosa, 1976). Os melhores processos são aqueles que garantem uma satisfatória conservação e alteram menos as condições naturais dos produtos (Gava, 2002).

Um dos processos de conservação mais habitualmente empregado e muito utilizado pela indústria alimentícia é a utilização da temperatura. A 40 °C tem a atividade microbiana e enzimática decaindo até que aos 100 °C a quase totalidade dos microorganismos foi destruída, mesmo se tratando de termófilos (Barbosa, 1976). A aplicação de calor consiste em submeter o alimento a temperaturas superiores a 21 °C. É um método de conservação que tem em seu modo de ação nitidamente germicida e inativador de enzimas. O calor se enquadra entre os métodos germicidas quando sua intensidade é de pelo menos 100 °C, segundo (Barbosa, 1976).

### **Desidratação osmótica**

Na desidratação osmótica, o processo ocorre pela perda parcial da água da fruta madura, podendo ser substituída parte da água de sua constituição por açúcares (Gava, 2002). Esta desidratação altera em certo ponto tanto as características sensoriais como o valor nutritivo dos alimentos, mantendo quando

possível, suas propriedades originais de composição química, caracteres sensoriais e valor nutritivo, objetivando reduzir as modificações nos processos (Barbosa, 1976, Fellows, 1994; Fellows, 2000).

A desidratação osmótica consiste na imersão do alimento com alto conteúdo de água, em soluções concentradas de açúcares ou com sais com o objetivo de remover a água do processado através de sua imersão em solução hiper concentrada de um soluto por osmose para evitar um ambiente favorável para o desenvolvimento de microrganismos (Azeredo & Jardine, 2000; Barbosa-Cánovas & Veja-Mercado, 2000, Brandão et al., 2003; Lima et al., 2004; Ordóñez et al., 2005).

Segundo Gava (2002), este é um processo de conservação que é baseado na eliminação total ou parcial dos agentes que alteram os produtos, suprimindo um ou mais fatores essenciais, de modo que o meio se torne não propício a qualquer manifestação vital, que também pode ser conseguido pela adição de substâncias em qualidade e quantidade que impeçam o desenvolvimento dos microrganismos. A Banana Prata é uma das mais indicadas para a secagem, entretanto é possível trabalhar com outras cultivares.

Segundo Azeredo & Jardine (2000) e Barbosa (1976) o método mais utilizado para a redução da atividade de água é desidratação osmótica, que é um processo químico de origem inorgânica. A presença do açúcar aumenta a pressão osmótica do meio, criando assim condições desfavoráveis para o crescimento e reprodução de microrganismos, conseqüentemente irá ocorrer uma diminuição da atividade de água (Cruz, 1990). Pela transferência simultânea de massa em contracorrente entre o produto e a solução, grande proporção de água do produto passa à solução, mas ao mesmo tempo há a transferência de solutos desta ao produto (Ordóñez et al., 2005), ocorrendo dois fluxos de massa simultâneos: um fluxo de água do alimento para a solução e uma transferência simultânea de soluto da solução para o alimento (Lima et al., 2004).

A osmose consiste no movimento de certos componentes de uma solução através de uma membrana semipermeável para a solução de menor concentração de certas partículas de moléculas (Barbosa-Cánovas & Veja-Mercado, 2000).

A redução do teor de água, diretamente como secagem ou indiretamente como no emprego de açúcar dificulta a proliferação da flora microbiana (Gava,

2002). O açúcar, especialmente quando aliado ao aquecimento é um bom agente de conservação dos produtos alimentícios. O açúcar é dissolvido em água manualmente com auxílio de aquecimento até atingir a quantidade de sólidos solúveis desejados, produzindo o xarope ou solução (Gava, 2002). De acordo com Brandão et al. (2003), a técnica de secagem precedida de tratamento osmótico é bastante utilizada na industrialização de alimentos.

A atividade de água é um aspecto fundamental na conservação de alimentos, é a quantidade de água que o produto realmente contém. O termo atividade de água foi introduzido nos anos 50 para descrever o estado de água nos produtos alimentícios. É um fator primordial no crescimento microbiano, na produção de toxinas nas reações enzimáticas. A atividade de água é um termo utilizado para indicar a relação da umidade de um alimento e a umidade relativa de equilíbrio do ambiente (Fellows, 1994; Fellows, 2000).

O uso de soluções muito concentradas (50 a 75g de soluto por 100g de solução) permite eliminar até 40 a 70 g de água por 100 g de produto inicial, com incorporação mínima de solutos (5 a 25 g de soluto por 100g de produto inicial) em tempo relativamente curto; entre 30 e 50 °C e em pressão atmosférica, a maior parte de transferência de água ocorre nas primeiras duas horas (Ordóñez et al., 2005).

Outros autores abordaram a desidratação em manga (Sousa Neto et al., 2004a; Sousa Neto et al., 2004b, Sousa Neto et al., 2005), goiaba (Sousa et al., 2003 c; Sousa et al., 2003d), melão (Lima et al., 2004a; Lima et al., 2004b; Lima et al., 2004c; Teles et al., 2006) e bacuri (Bezerra et al., 2004).

A combinação de desidratação osmótica com a desidratação em estufa resulta em melhores características dos alimentos, tanto sensoriais quanto nutricionais, em relação a alimentos desidratados sem tratamento prévio (Brandão et al., 2003). A perda de solutos próprios dos alimentos (açúcares, ácidos orgânicos, minerais, vitaminas, etc.), é menos importante que as transferências indicadas antes, ainda que modifiquem a composição final do produto.

A desidratação osmótica contribui para inibição do escurecimento enzimático e retenção da cor natural da fruta sem a utilização de sulfitos (Maeda & Loreto, 1998; None et al., 2002). Neste processo as mudanças na coloração dos frutos são acentuadas durante a preparação, desidratação. A cor do produto pode ser

mascarada pela formação de pigmentos escuros que ocasionam um produto menos atrativo. Usualmente o escurecimento é acompanhado por transformação indesejável no sabor, aroma e valor nutritivo (Joslyn & Ponting, 1951; Galeazzi, 1978) que pode ser prevenido com a inativação da enzima que causa o escurecimento.

### **Pré-tratamentos**

Os processos de desidratação podem ser associados à pré-tratamentos como a sulfitação, branqueamento ou até mesmo realizada a desidratação osmótica. Tanto o branqueamento ou a sulfitação, apesar de não ser usual, pode ser aplicado, uma vez que melhora e muito a aparência e sabor do produto (Cruz, 1990). Serão realizados, no presente trabalho, também processos mistos, aqueles cujos efeitos resultam da atuação de dois ou mais processos, segundo classificação exposta por Barbosa (1976).

O pré-tratamento visa prevenir a reação enzimática que causa o escurecimento nas partes externas expostas ao contato com oxigênio e também protegê-las contra a deterioração durante o período de armazenamento. A adição de açúcar, substância orgânica, e de sulfitos, substância inorgânica, são processos químicos. Entre os métodos de pré-tratamento estão a sulfitação e o branqueamento (Barbosa, 1976). Dandamrongrak et al. (2002) avaliou vários pré-tratamentos para a desidratação de banana e seleção de modelos secantes satisfatórios. Valderrama & Clemente, (2004) estudaram o isolamento e a termoestabilidade de isoenzimas de peroxidase de maçã das cultivares Gala e Fuji.

A peroxidase e a enzima intracelular polifenoloxidase (PPO) estão envolvidas no escurecimento enzimático de muitos produtos de planta comestíveis, especialmente frutas e legumes. A polifenoloxidase utiliza muitos fenólicos diferentes como substratos. Recebeu mais atenção desde sua descoberta, há a 90 anos, por químicos e processadores de alimentos. Estes utilizavam a aplicação de sulfitos para inibir o escurecimento enzimático (Zawistowski, Biliaderis & Eskin, 1991).

A peroxidase, além do escurecimento, também é relacionada intimamente com a perda de “*flavor*” de comidas armazenadas, como também com um grande número de reações de biodegradação (Clemente & Robinson, 1995; Clemente, 1996). Diferente das outras enzimas que são inativadas pelo calor, a peroxidase não

é totalmente inativada e pode contribuir para a perda da aceitabilidade e do favorecimento de flavor desagradável em alimentos (Lu & Whitaker, 1974; Clemente, 1996).

O escurecimento enzimático de frutas e legumes crus ocorre principalmente devido à oxidação e transformação de fenólicos naturais em quinonas que em contra partida são polimerizados em pigmentos marrons, vermelhos ou pretos (Clemente & Pastore, 1998). Por isso, os controles das atividades da peroxidase e da polifenoloxidase são importantes no processamento de alimentos e na inibição do escurecimento em frutas e legumes. Estas enzimas podem participar de um grande número de reações oxidativas como mudança de cor, degradação de clorofila ou auxinas, oxidação de fenóis, oxidação de ácido indol-acético e biossíntese de lignina. Estes fatores são também associados com o *flavor*, cor, textura e qualidades nutricionais de alimentos (Clemente & Pastore, 1998).

Desta maneira, na metodologia adotada sugere-se a imersão das frutas numa solução de metabissulfito de sódio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) por alguns minutos, antes da desidratação (Cruz, 1990). A sulfitação é a operação realizada mediante a imersão em solução aquosa de metabissulfito de sódio por tempo determinado. É indicado para bananas cortadas em rodela ou em fatias (Stringheta, 2003).

O metabissulfito de sódio é um agente conservante mineral, classificado como aditivo conservante em Bourgeois (sd), Não é classificado como elemento conservador por sua ação ser bastante secundária, mas sim como auxiliar de outros processos, por isso recomendados como aditivo (Barbosa, 1976).

As mudanças na coloração são acentuadas durante a preparação para o processamento. A cor do produto pode ser mascarada pela formação de pigmentos escuros que ocasionam um produto menos atrativo.

É possível obter banana desidratada como produto de umidade intermediária, através de pré-tratamento osmótico seguido de secagem em estufa de circulação e proporção de fruto:xarope do meio osmótico (Sousa et al., 2003a). A umidade final do produto desidratado costuma situar-se entre 1 e 5% o que permite sua conservação durante períodos de tempo relativamente longos, ou seja, de até um ano (Cruz, 1990).

Contudo durante seu armazenamento podem surgir diversas causas de

alteração que normalmente podem ser evitadas com embalagem adequada e correta manipulação (Ordóñez et al, 2005). Em média 1000 Kg de fruta fresca fornecem 200 kg de fruta seca. A redução do peso de 50 a 80% é feita não só pela eliminação da água como também pela retirada de partes não comestíveis como as cascas. Por este motivo é interessante avaliar o rendimento de fruta seca em relação ao fruto sem casca.

Assim haverá não só a redução do peso como também de volume, fatores importantes nos custos de embalagem e transporte (Gava, 2002). Os insumos para o processamento da banana-passa são compostos basicamente de banana *in natura*, gás, energia elétrica, mão de obra temporária, materiais e equipamentos, água, embalagem, mão de obra direta/hora de trabalho, material de limpeza.

De acordo com o pré-tratamento são adicionados outros insumos, como o açúcar na desidratação osmótica, vapor livre no branqueamento, metabissulfito de sódio na sulfitação, sendo possível verificar os gastos com os insumos (Bittencourt et al, 2004). Quando se fala em termos de preço, muitas vezes a secagem é mais econômica do que outros processos de conservação (Gava, 2002). O emprego do pré-tratamento com solução antioxidante resulta em um produto desidratado padronizado que mantém as características naturais da fruta, além de ser um processo de fácil aplicação (Mota, 2005b).

Os custos diretos ou variáveis, que surgem com o produto e não existem sem eles e variam de acordo com o volume de produção, sendo os preços dos produtos, os preços médios, (Batalha, 2001). No caso de uma agroindústria os preços serão menores, pois, as compras serão feitas no atacado. O custo padrão é a soma dos custos predeterminados através de parâmetros teóricos, ou estimados sob condições ideais previamente determinadas. (Batalha, 2001). Os custos variáveis variam de acordo com o volume de produção (Bittencourt et al., 2004) A contabilidade de custos fornece informações para a determinação dos custos dos fatores de produção, estabelecimento de orçamentos e decisões administrativas (Leone, 1982).

Dada a importância da cultura da bananeira, e principalmente da cv. Thap maeo e da necessidade de tecnologias para o Estado do Amazonas, esta dissertação busca contribuir para o desenvolvimento de tecnologia de obtenção de

banana-passa. Como o escurecimento enzimático é uma das causas da coloração escura dos produtos processados obtidos a partir de banana e como o objetivo é obter um produto final de coloração atrativa, foi avaliada a prevenção do escurecimento enzimático. Neste sentido, foram utilizados os tratamentos com branqueamento, sulfitação, antioxidante e o controle (sem tratamento), com e sem a desidratação osmótica. Para tal, a pesquisa foi conduzida em vários experimentos para avaliar as características físicas e físico-químicas do fruto *in natura*, os processos de prevenção do escurecimento e a contribuição da desidratação osmótica na qualidade do produto final. O anexo (1) mostra o esquema dos experimentos.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 GERAL**

Desenvolver tecnologia para produção de banana-passa a partir da cv. Thap maeo produzida no Amazonas.

#### **3.2 ESPECÍFICOS**

- Determinar as características físicas, físico-químicas e o rendimento de bananas da cv. Thap maeo;
- Avaliar os métodos de prevenção do escurecimento enzimático e os processos de remoção da água da cv. Thap maeo;
- Determinar as características físico-químicas e estimar o valor nutritivo de banana-passa, obtida da cv. Thap maeo;
- Estimar o custo de produção dos processos de obtenção de banana-passa, obtida da cv. Thap maeo.



## 4 CAPÍTULO I

### **Caracterização física e físico-química dos frutos de bananeira da cv. Thap maeo produzida no estado do Amazonas**

#### **4.1 INTRODUÇÃO**

Embora a bananeira seja uma planta tipicamente tropical e no Estado do Amazonas não ocorram restrições com relação ao clima, a produtividade dos bananais é incipiente, obrigando o estado a importações freqüentes para atender a demanda interna. Isto é devido à cultura apresentar diversos problemas fitossanitários no estado, destacando-se a ocorrência de doenças vasculares como o moko e a murcha-bacteriana, e de doenças foliares, como a sigatoka-negra e a amarela (Pereira e Gasparotto, 2001; Gasparotto et al., 2002; Pereira et al.2003).

Estas pragas e doenças contribuíram para a baixa produtividade dos bananais amazonenses. Foram responsáveis por severas perdas na produção que influenciaram diretamente na quantidade e qualidade, assim, comprometendo economicamente, não garantindo o desenvolvimento de frutos de alto valor comercial (Amadori, 2001; Gasparotto et al., 2002; Pereira et al., 2003).

São poucas as cultivares de bananeira (*Musa spp.*) existentes no Brasil que apresentam potencial agrônômico para exploração comercial, alta produtividade, tolerância a pragas e doenças entre outras características desejáveis (Jesus et al., 2004). A busca de cultivares de banana resistentes, mediante a geração de novos genótipos é uma prioridade mundial (Cordeiro & Matos, 2005), na qual o Brasil está inserido com significativa participação, por considerar que esta é a melhor alternativa tecnológica para a bananicultura brasileira, pelo seu elevado alcance entre os

produtores e a sua ação preservacionista, dispensando o uso de fungicidas no controle da sigatoka.

Com o objetivo de minimizar os danos causados, a Embrapa Amazônia ocidental lançou cultivares com as devidas características de acordo com Pereira et al., (2003). O Instituto de Desenvolvimento Agropecuário – IDAM, desencadeou um agressivo programa de distribuição de 592 mil mudas das cultivares Thap Maeo, Caipira, Prata zulu, e Fhia 18 no Estado do Amazonas, nos anos de 1999 a 2001, suficiente para efetuar um plantio em área em torno de 538 ha, segundo dados apresentados por Amadori (2001).

Pereira & Pereira (2005) relataram que o cenário atual da bananicultura no Amazonas revela um estado de transição pelo qual a cultura vem passando desde 1998, quando foi detectada a sigatoka-negra no estado. Leite et al. (2003b), identificaram cultivares produtivas, resistentes a pragas e doenças e com frutos de qualidade, que pudessem substituir com vantagens as cultivares usadas pelos produtores, garantindo assim a sustentabilidade do Agronegócio da banana e concluíram que a cv. Thap maeo foi uma das que mais se destacou, mostrando-se promissora para recomendação para os produtores em relação aos pesos dos cachos e número de frutos por cacho. Portanto, esta pesquisa teve como objetivo determinar as características físicas, físico-químicas e o rendimento de bananas da cv. Thap maeo cultivada no Amazonas, Brasil

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.2.1 Obtenção da matéria-prima

A cv. Thap maeo foi escolhida para o processamento entre as recomendadas pela Embrapa e distribuídas pelo IDAM, por ter sido identificada por Leite et al. (2003b), como sendo produtiva e resistente a pragas e doenças, com frutos de qualidade, e que pudessem substituir com vantagens as cultivares suscetíveis à sigatoka negra, mostrando-se promissora para recomendação para os produtores, garantindo assim a sustentabilidade do Agronegócio da banana, além de ter boas características físico-químicas em relação à Fhia 18 e à caipira como menor teor de umidade, maior teor de sólidos solúveis totais e açúcares totais (Jesus et al., 2004).



Figura 1. Plantas (A) e cacho (B) de banana da cv. Thap Maeo do Programa de pesquisa da bananeira na fazenda experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amazônia Ocidental em Manaus

A matéria prima foi proveniente da fazenda experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amazônia Ocidental localizada no km 29 da Rodovia AM 10. As plantas fazem parte do programa de pesquisa da bananeira com tratamentos culturais semelhantes, segundo sistema de cultivo da Embrapa (Figura 1A).

As plantas da cv. Thap maeo foram selecionadas por amostragem. A colheita dos cachos foi realizada com base em critérios visuais dos frutos como, o início do amarelecimento da primeira penca e o desaparecimento da angulosidade ( $\frac{3}{4}$  gorda) dos frutos segundo metodologia descrita em Simão (1998); Leite et al., (2003b);

Sousa et al. (2003b); Pereira & Pereira (2005).

Foi colhida uma amostra representativa de quatro cachos aos 90 dias, de banana da cv. Thap maeo de maneira aleatória, no estádio três no dia 28 de março de 2007. Estes foram acondicionados em caixas e imediatamente transportados para a Coordenação de Pesquisas em Tecnologia de Alimentos – CPTA do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, onde foram realizados os experimentos.

#### 4.2.2 Despenca e amadurecimento

A despenca foi realizada manualmente com o auxílio de faca inoxidável cortando as pencas do engaço. Em seguida as pencas com frutos em estádio três foram acondicionadas em caixas de polietileno pretas com capacidade para 15L e envoltas com jornal e sacos plásticos (Figura 3B). As caixas contendo as pencas foram armazenadas em sala com temperatura ambiente de  $\pm 32$  °C e umidade relativa do ar de  $\pm 86\%$ , medidos diariamente pelo Termômetro *Higro Clock*. Os frutos em estádio três (Figura 2A), após 12 dias atingiram maturação equivalente ao estádio seis (Figura 2B), indicado pela coloração da casca totalmente amarela de acordo com a classificação de Pbmh & Pif (2006), Pereira et al. (2005) e Jesus et al. (2004).

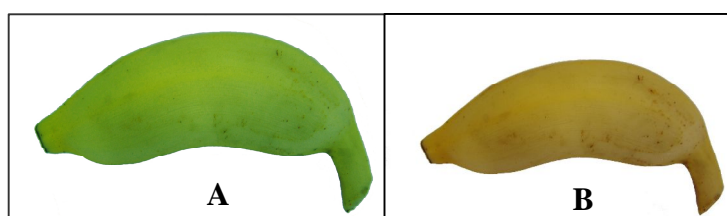


Figura 2. Frutos de bananeira da cv. Thap maeo em estádio três, verde (A) e em estádio seis considerados maduros (B)

#### 4.2.3 Seleção

Os frutos foram retirados das pencas com o auxílio de faca inoxidável separando o pedúnculo da almofada e fruto. Foram descartados os frutos geminados, com restos florais, danos mecânicos profundos, passados e podridão. Para o processamento foram mantidos os sem irregularidades na coloração, sem defeitos, de tamanhos médios e com formatos regulares (Cruz, 1990).

#### 4.2.4 Caracterização física

Para a caracterização da cv. Thap maeo no Amazonas, foram avaliadas as características físicas dos cachos e das pencas ainda no estágio três (verde). Utilizando-se quatro amostras de cachos num total de 60 pencas e a metodologia adotada por Jesus et al. (2004) os parâmetros avaliados foram: pesos dos cachos e pencas; e número de pencas.

Para a caracterização física dos frutos foram realizadas as avaliações dos pesos e dimensões dos frutos com e sem casca, pesos das cascas, número de frutos por penca e por cacho, relação polpa/casca e rendimento de polpa. Foi utilizada uma amostra representativa de 30 frutos para as avaliações dos parâmetros físicos pela metodologia adotada por Jesus et al. (2004).

##### 4.2.4.1 Pesos e números de cachos, de pencas e de frutos

A pesagem dos cachos foi realizada com auxílio da balança graduada (Figura 3A), a das pencas em balança Filizola modelo Pluris 15/6 com capacidade para 15 kg e a pesagem individual dos frutos (antes e após o descasque) foi feita em balança semi-analítica da marca Marte e do Modelo AS2000G. Os resultados dos pesos dos cachos e pencas foram expressos em kg e os dos demais em g.



Figura 3. Sistema de pesagem dos cachos (A) e de acondicionamento durante o amadurecimento dos frutos (B) de bananeira da cv. Thap maeo

Além dos pesos, de cada cacho foi feita contagem do número de pencas e número de frutos, assim como, do número de frutos em cada penca.

##### 4.2.4.2 Dimensões dos frutos

Com o auxílio de paquímetro *Hélios Stainless*, foram tomadas as medidas de comprimento e espessura dos frutos com e sem casca. Assim como nos pesos, foi

utilizada uma amostra de 30 frutos de cada cacho. Como o paquímetro é composto por escala em polegadas, os resultados foram transformados e expressos em cm (Silva Filho & Moreira, 2005).

#### **4.2.4.3 Relação polpa/casca**

A relação polpa/casca foi obtida por cálculos dividindo-se os pesos dos frutos pelos de suas respectivas cascas.

#### **4.2.4.4 Rendimento em polpa**

O rendimento foi calculado utilizando-se a relação percentual entre os pesos dos frutos íntegros e de suas respectivas polpas.

#### **4.2.5 Caracterização físico-química**

A caracterização físico-química do fruto *in natura* foi realizada a partir de uma amostra de 300g retirada de diferentes pencas dos cachos. A polpa foi triturada em processador de alimentos e as análises, realizadas em triplicata.

##### **4.2.5.1 Umidade**

O teor de umidade foi determinado por secagem do material em estufa do modelo ETC 45 marca Nova ética com circulação forçada de ar e temperatura de 65°C até peso constante. O teor de matéria seca foi obtido por cálculos a partir da percentagem de umidade (Instituto Adolfo Lutz, 1985).

##### **4.2.5.2 pH**

O pH foi determinado em pHmetro da marca Micronal e modelo B 474, previamente calibrado com tampão 7 e 4, utilizando-se amostra sem filtrar, obtida da homogeneização de 5 g de polpa e 20 mL de água destilada (Ranganna,1986).

##### **4.2.5.3 Acidez titulável**

A titulação da amostra triturada e homogeneizada com 30 mL de água destilada foi feita com solução de NaOH 0,1 N (padronizada) e fenolftaleína como indicador. Os resultados foram expressos em percentagem de ácido málico (Ranganna,1986).

##### **4.2.5.4 Proteína**

Pelo nitrogênio total foi quantificado pelo método de *micro-Kjeldhal* e utilizou-se do fator 6,25 para conversão do nitrogênio em proteína.

#### **4.2.5.5 Compostos fenólicos**

Os compostos fenólicos foram extraídos em água, metanol e metanol 50% (Goldstein & Swain, 1963) e quantificados pelo reagente de *Folin Denis* (Cliffe et al., 1994). O ácido tânico (20 a 100  $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) foi empregado na obtenção da curva padrão. A equação da reta foi utilizada nos cálculos cujos resultados foram expressos em mg%.

#### **4.2.5.6 Lipídios**

Os lipídios foram extraídos a partir da amostra seca pelo aparelho *Soxhlet* marca Marconi e modelo MA 1876, utilizando-se como solvente o hexano. Os resultados foram expressos em percentagem (Instituto Adolfo Lutz, 1985).

#### **4.2.5.7 Cinza**

O teor de cinza foi obtido pela incineração da amostra seca e desengordurada em forno mufla da marca EDG equipamentos e controles LTDA modelo IP inox a 550 °C por cinco horas.

#### **4.2.5.8 Valor energético**

O valor energético (kcal) foi estimado considerando-se os fatores quatro (proteínas e carboidratos) e nove (lipídios), e os respectivos teores desses nutrientes.

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.3.1 Peso do cacho, número de pencas e de frutos por cacho

O peso médio dos cachos da cv. Thap maeo foi de 28,4 kg mostrando ser cachos de tamanho grande. Os valores dos pesos dos cachos foram maiores que as médias apresentadas por Leite et al. (2003b), que variaram de 14,48 a 18,94 Kg do primeiro ao quarto ciclo, Silva et al. (2002) com media de 21,1kg e Leite et al. (2003a), com 16,55 kg. Sendo menores que os valores médios encontrados por Silva Filho & Moreira (2005) de 30kg, Pode-se verificar que os números de palmas e praticamente proporcional aos pesos dos cachos, demonstrando que as palmas também seguem uma proporcionalidade (Figura 4).

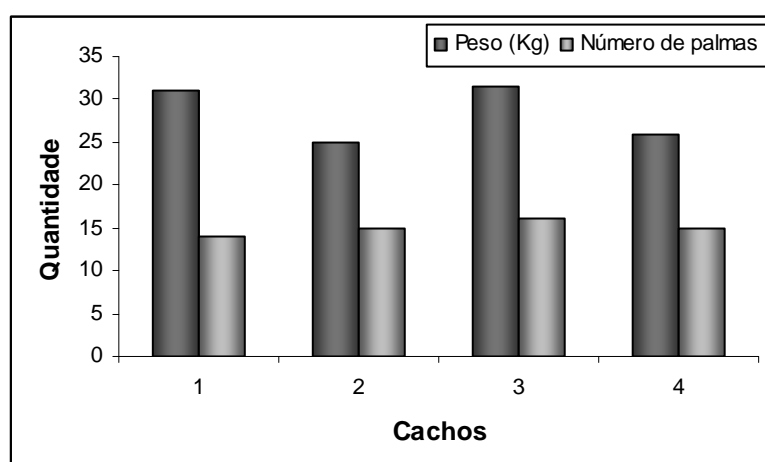


Figura 4. Peso dos cachos e número de pencas por cacho da cv. Thap maeo

A cv. Thap maeo teve número médio de 15 pencas por cacho, sendo superior ao encontrado por Leite et al. (2003) que foi de 11 pencas por cacho. Em relação ao número de frutos por cacho, os valores na cv. Thap maeo variaram de 247 a 288, sendo superiores aos valores encontrados por Silva et al. (2002) com 215, Leite et al. (2003a) com 175,65 e Leite et al. (2003b), com valores variando de 159,90 a 190,51 do primeiro ao quarto ciclo. Mesmo considerando apenas as pencas com mais de dez frutos os valores ainda assim foram superiores com 237 a 282.

#### 4.3.2 Peso da penca e número de frutos por penca

Levando em consideração que pencas com menos de dez frutos são



consideradas como buquês por Pbmh & Pif (2006), assim, os pesos das pencas com esse número de frutos não entram nos cálculos de peso médio de pencas, sendo consideradas apenas aquelas com mais de dez frutos. Os pesos variaram em função das pencas, observando-se que as primeiras foram as mais pesadas e o peso foi diminuindo proporcionalmente ao longo do cacho (Figura 5).

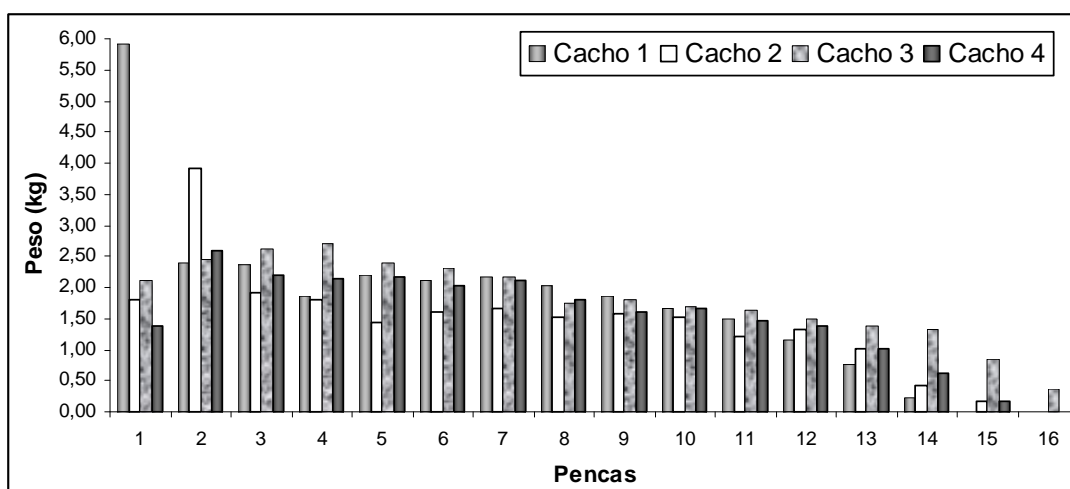


Figura 5. Peso das pencas por cacho da cv. Thap maeo

Os resultados encontrados foram semelhantes ao de Leite et al. (2003a) com 1,325 kg e Silva Filho & Moreira (2005) com 2,29 kg. Os valores de pesos médios das pencas variaram de 1,715 a 2,266, o valor máximo de 5,902 kg e mínimo de 0,848 kg, com amplitude de 5,054 kg (Figura 6). Esta amplitude foi definida por uma grande variação no peso da primeira penca do cacho 1 e da segunda penca do cacho 2 que tinham um grande número de frutos.

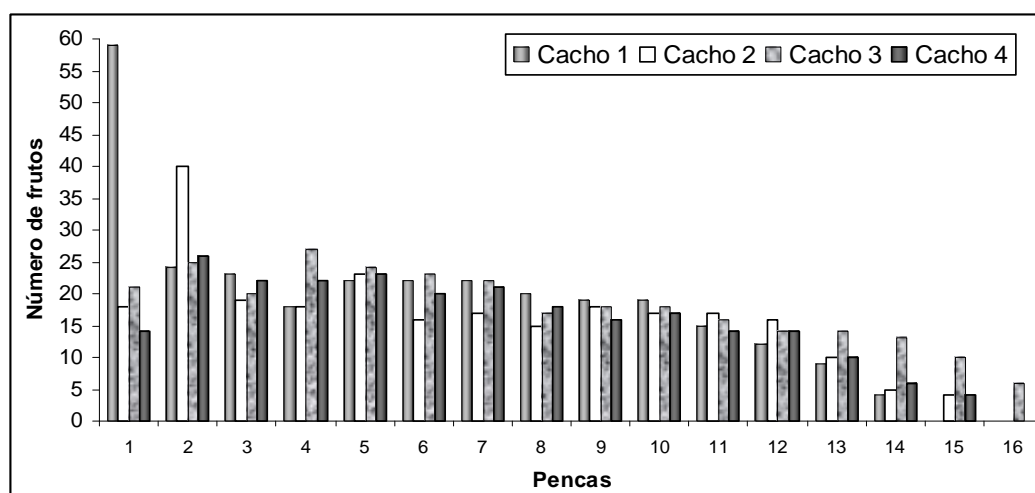


Figura 6. Números de frutos por penca da cv. Thap maeo

Verifica-se que no cacho número um na primeira penca houve um valor elevado, isto foi devido a penca ser muito grande com 59 frutos enquanto que a média foi de 28 nas outras pencas número um dos outros cachos, o mesmo aconteceu na penca dois do cacho dois. As demais pencas seguiram um padrão de número de frutos e pesos. Pode-se observar certa proporcionalidade dos pesos médios das pencas e números médio de frutos por penca.

### 4.3.3 Peso do fruto

Os valores dos pesos dos frutos com casca mantiveram uma tendência em torno da média de 102,72 (Figura 7), sendo levemente superiores aos valores encontrados por Leite et al. (2003a), com 85 g e Jesus et al (2004), com 98,71g.

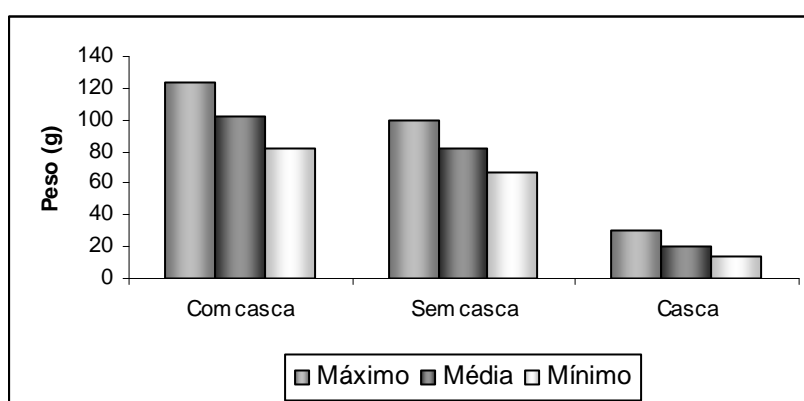


Figura 7. Pesos máximos, médios e mínimos dos frutos com casca, sem casca e da casca dos frutos da cv. Thap maeo

Como os frutos com e sem casca tiveram valores de peso médio de 102,72g e 82,60g respectivamente e houve uma variação de 19,59% em relação aos pesos com e sem casca, conferindo esta porcentagem aos pesos das cascas que foi  $\pm$  20,12g.

Os valores de pesos dos frutos sem casca mantiveram uma tendência em torno da média se 82,60g sem casca, tendo valores muito próximos aos de Jesus et al (2004), com 79,32g.

### 4.3.4 Dimensão do fruto

Os valores determinados em 30 frutos da cv. com casca foram semelhantes aos encontrados em Jesus et al (2004) com  $\pm$  12,15cm e Silva et al. (2002), com 12,1 cm e Leite et al. (2003b), com 13,66 a 20,66 cm do primeiro ao quarto ciclo. Sem casca os valores foram semelhantes aos de Jesus et al (2004) com  $\pm$ 10,99 cm.

Os frutos foram classificados de acordo com Pbmh & Pif (2006), como pertencentes às classes 12 e 15, por obter comprimento do fruto maior que 12 e menor que 18. Obtiveram calibre mínimo por categoria (diâmetro em mm), do grupo prata enquadrando-se na categoria extra com calibre (34mm), variando de  $3,647 \pm 1,22$ , segundo classificação Pbmh & Pif (2006) expressos na Tabela 1.

Tabela 1. Comprimento e espessura de frutos de bananeira da cv. Thap maeo

Frutos	Comprimento	Espessura
	Cm	
Com casca	$12,053 \pm 4,24$	$3,647 \pm 1,22$
Sem casca	$10,635 \pm 2,69$	$3,276 \pm 0,59$

Os valores médios de 20 repetições  $\pm$  desvio padrão, de diâmetro de frutos com casca também foram semelhantes aos de Jesus et al (2004) com  $\pm 3,78$ cm e levemente inferiores Silva Filho & Moreira (2005) com 3,90 cm. E sem casca os valores foram também levemente inferiores aos de Jesus et al (2004), diâmetro sem casca  $\pm 3,43$  cm.

#### 4.3.5 Relação polpa/casca e rendimento de polpa

A relação polpa/casca ficou em torno de 4,17, sendo superior a de Jesus et al (2004) de 4,09 e inferior a encontrada em Silva Filho & Moreira (2005) de 5,79. O rendimento é importante para a agroindústria porque determina uma maior lucratividade (Jesus et al, 2004). Os valores de rendimento de polpa dos frutos mantiveram uma tendência em torno da média de 72,17%, tendo valor máximo de 87% e mínimo de 59%. Os valores encontrados (Figura 8) foram inferiores aos de Jesus et al (2004), 80,56%.

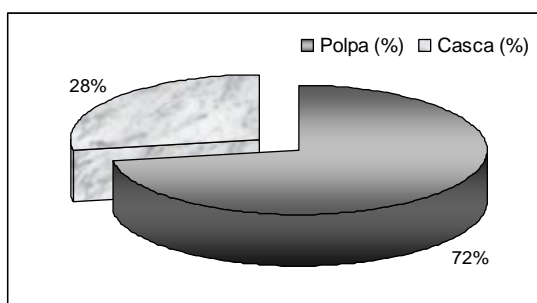


Figura 8. Percentagem de polpa e casca de frutos da cv. Thap maeo

### 4.3.6 Caracterização físico-química do fruto *in natura*

Tabela 2. Características físico-químicas de frutos da cv. Thap maeo produzidos no Amazonas

Características	Fruto <i>In natura</i>
pH	4,68±0,01
Acidez (% de ácido málico)	0,078
Fenólicos em água (mg/100g)	0,305±0,003
Fenólicos em metanol 50% (mg/100g)	0,073±0,006
Fenólicos em metanol (mg/100g)	0,023±0,009
Umidade (%)	79,84±0,17
Proteínas (mg/100g)	0,86±0,04
Lipídios (mg/100g)	0,01
Cinzas (mg/100g)	0,1

Os valores de pH (Tabela 2) condizem com os valores médios encontrados por Melo & Vilas Boas (2006) no fruto *in natura* porém maiores que os encontrados por Mota (2005b). A acidez titulável no fruto *in natura* teve valores superiores aos encontrados por Mota (2005b). A banana *in natura* da cv. Thap maeo teve valores de umidade maiores que os encontrados em Sousa et al. (2003b), 71,42% e Mota (2005a) de 74,45%, e valores menores de teor de umidade da banana-passa em comparação com os encontrados para a Fhia 18 por Jesus et al. (2005), de 20,10±0,85, Sousa et al. (2003b) de 23,73% e Mota (2005a) de 23,89%.

#### **4.4 CONCLUSÕES**

Há certa proporcionalidade do peso médio das pencas e do número médio de frutos por penca.

Os valores de pesos dos frutos sem casca mantiveram uma tendência em torno da média se 82,60g, sendo frutos relativamente pesados, devido provavelmente a adubação, práticas culturais e o valor genético da cv..

Os frutos foram classificados como frutos médios, pertencentes às classes 12 e 15, por possuírem comprimento maior que 12 e menor que 18.

Os valores de rendimento de polpa dos frutos mantiveram uma tendência em torno da média de 72,17%

## 5 CAPÍTULO II

### **Efeito do branqueamento e da desidratação osmótica nas características físico-químicas e custo de produção de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Estado do Amazonas**

#### **5.1 INTRODUÇÃO**

A cv. Thap maeo foi escolhida para o processamento entre as recomendadas pela Embrapa e distribuídas pelo IDAM, por ter sido identificada por Leite et al. (2003b), como sendo produtiva e resistente a pragas e doenças, com frutos de qualidade, e que pudessem substituir com vantagens as cultivares, mostrando-se promissora para a recomendação para produtores, garantindo assim a sustentabilidade do agronegócio da banana, além de ter boas características físico-químicas em relação aos outros cultivares.

Uma alternativa para a melhor aparência da banana-passa, que geralmente possui cor escura, é o uso combinado de mecanismos que evitem o escurecimento e realcem a cor da banana-passa como os ácidos orgânicos e açúcares (Cabral & Alvim, 1981; Araújo, 1985). O método mais utilizado para a redução da atividade de água é desidratação osmótica, que é um processo químico de origem inorgânica. A presença do açúcar aumenta a pressão osmótica do meio, criando assim condições desfavoráveis para o crescimento e reprodução de microrganismos, conseqüentemente irá ocorrer uma diminuição da atividade de água.

Pela transferência simultânea de massa em contracorrente entre o produto e a solução, grande proporção de água do produto passa à solução, mas ao mesmo tempo há a transferência de solutos desta ao produto (Ordóñez et al., 2005), ocorrendo dois fluxos de massa simultâneos: um fluxo de água do alimento para a solução e uma transferência simultânea de soluto da solução para o alimento (Lima

et al., 2004). O pré-tratamento visa prevenir a reação enzimática que causa o escurecimento, a perda de sabor e propriedades alimentícias que têm nas partes externas expostas ao contato com oxigênio e também protegê-las contra a deterioração durante o período de armazenamento. A adição de açúcar, substância orgânica, e de sulfitos, substância inorgânica, são processos químicos. Entre os métodos de pré-tratamento está o Branqueamento (Barbosa, 1976).

A combinação de desidratação osmótica com a desidratação em estufa resulta em melhores características dos alimentos, tanto sensoriais quanto nutricionais, em relação a alimentos desidratados sem tratamento prévio (Brandão et al., 2003). A perda de solutos próprios dos alimentos (açúcares, ácidos orgânicos, minerais, vitaminas, etc.), é menos importante que as transferências indicadas antes, ainda que modifiquem a composição final do produto.

O processamento de frutos, como a desidratação, além de agregar valor é uma forma de conservação e a combinação de desidratação osmótica com e sem estufa resulta em melhores características dos alimentos, tanto sensoriais quanto nutricionais, em relação a alimentos desidratados sem esse tratamento prévio (Brandão et al., 2003).

O branqueamento ou "blanching" é um termo tradicional utilizado na tecnologia de alimentos. É um tipo de pasteurização geralmente aplicado em frutas e hortaliças com a principal finalidade de inativar enzimas (Gava, 2002). O branqueamento tem como objetivo prevenir a reação enzimática que causa o escurecimento. Por estas razões, em geral, realiza-se previamente um tratamento térmico neste caso o branqueamento.

Apesar de resistentes a doenças e com qualidades tecnológicas, a falta de aceitação dessas cultivares *in natura* e de tecnologia de processamento é um entrave para a bananicultura. Justifica-se então o desenvolvimento e utilização de tecnologias como estratégias para conservação e agregação de valor para a cv. Thap maeo, servindo de base para os Arranjos Produtivos Locais - APL's no Amazonas.

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito do branqueamento e da desidratação osmótica nas características físico-químicas, textura, atividade de água e valor nutritivo da banana-passa, assim como, estimar o custo de produção da banana-passa obtida da cv. Thap maeo produzida no Amazonas.

## **5.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.2.1 Obtenção da matéria-prima**

A matéria-prima foi obtida de acordo com o item 4.2.1 e após a caracterização química do fruto *in natura* (capítulo 1), parte dos demais frutos foi utilizada no experimento seguinte.

### **5.2.2 Processamento da banana-passa**

No processamento (Anexo 1) da banana-passa foi avaliado o efeito do branqueamento, assim como, da desidratação osmótica na qualidade da banana-passa. Uma amostra representativa de 20 Kg de frutos, obtida de diferentes pencas, passou por lavagem em água corrente, sanitização por imersão em solução de hipoclorito de sódio a 0,01% por 15 minutos, nova lavagem, descascamento e corte das extremidades dos frutos com o auxílio de faca de aço inoxidável.

#### **5.2.2.1 Branqueamento**

Após o descasque os frutos foram rapidamente acondicionados em cestos e o branqueamento foi realizado por imersão em água fervente a 96 °C por dois minutos e o resfriamento com imersão com banho de água com gelo por dois minutos (Sousa et al., 2003 d; Souza Filho et al., 1999) e drenagem sobre peneiras. Os tratamentos foram codificados em branqueamento com (BCDO) e sem desidratação osmótica (BSDO), controle com (CCDO) e sem desidratação osmótica (CSDO).

#### **5.2.2.2 Desidratação osmótica e em estufa**

Após a etapa de prevenção do escurecimento, o material submetido aos tratamentos, e inclusive o controle, foi dividido em dois lotes. O primeiro foi submetido à desidratação osmótica por imersão em solução de sacarose (açúcar comercial) na concentração de 65 °Brix, segundo metodologia descrita em Sousa et al. (2005), pelo período de seis horas e drenagem sobre peneiras.

O segundo lote ficou isento deste tratamento. Para a desidratação em estufa, os frutos em número de 20, foram colocados em bandejas de alumínio, distribuídos por tratamento e mantidos em estufa da marca nova ética modelo 420/6D e secos com circulação forçada de ar e mantidos temperatura de 65 °C até atingir peso



constante. As bananas-passa foram acondicionadas em sacos plásticos de média densidade, divididas por tratamentos e repetições e armazenadas em temperatura de 25 °C e em local seco e arejado (sala com ar condicionado) para a realização das análises.

### **5.2.3 Avaliação da banana-passa**

#### **5.2.3.1 Curva de secagem**

Para obter a curva de secagem durante o processo de desidratação, as bandejas contendo os frutos, foram individualmente pesadas sucessivamente. O intervalo de pesagem foi irregular, ou seja, menor no início (uma hora) e maior (a cada duas horas) até peso constante. Após cada pesagem foi feito o revolvimento dos frutos para a uniformização da remoção de água. A pesagem foi realizada em balança semi-analítica do modelo e marca Marte, capacidade 5 kg. Os resultados foram expressos em gramas.

#### **5.2.3.2 Caracterização físico-química**

A banana-passa foi avaliada quanto as seguintes análises físico-químicas: umidade e matéria seca (item 4.2.5.1), pH (item 4.2.5.2), acidez titulável (item 4.2.5.3), proteína (item 4.2.5.4), compostos fenólicos extraídos com água, metanol e metanol 50% (item 4.2.5.5), lipídios (item 4.2.5.6), cinza (item 4.2.5.7), carboidratos, obtido por diferença e calorías (item 4.2.5.8) considerando-se os fatores quatro (proteínas e carboidratos) e nove (lipídios).

#### **5.2.3.3 Atividade de água da banana-passa**

A atividade de água das bananas-passa foi determinada em equipamento *AquaLab* da marca *Decagon*, pela técnica de determinação do ponto de orvalho em espelho encapsulado, originária da medida de umidade relativa aprovada pelo AOAC - Associação de Químicos Analistas (Braseq, 2006). A calibração antes das leituras foi feita com padrão água pura. As amostras foram cortadas em rodela de 1cm de espessura para ocupar metade da altura do recipiente de leitura. As leituras foram realizadas imediatamente após a retirada da embalagem, e o corte em triplicata.

#### **5.2.3.4 Coloração**

A coloração da banana-passa foi determinada em colorímetro *Spectrophotometer Portable* da marca *Sheen Instruments Ltd* e modelo: *Micromatch*

*Plus*, fonte de luz D65 (6500 °Kelvin), ângulo de observação de 10° abertura da célula de medida de 30 mm, escala L\*, a\* e b\* do sistema CIELab (Hunter, 1975), calibração antes das leituras com padrão branco e preto. As leituras foram realizadas em triplicata em pontos diferentes da mesma amostra e os resultados expressos em intensidade de Luminosidade (L\*), (a\*) e (b\*).

#### **5.2.3.5 Textura**

A textura da banana-passa foi determinada em texturômetro *Texture analyser* da marca *Stable Micro Systems* e modelo TA-XT2, empregando-se as condições de operação de método de ensaio: medida de força e compressão, distância de 5 mm, velocidades de pré-ensaio 2,0 mm/s, de ensaio 2,0 mm/s e de pós-ensaio 5 mm/s com sonda SMS P/N. (Boudhrioua et al.,2002). Foram utilizadas rodela de 1cm de largura das bananas-passa, cortadas na porção central do fruto, cujas leituras foram realizadas imediatamente após o preparo das amostras. Cada amostra foi colocada no texturômetro na posição que a superfície externa ficasse voltada para a sonda.

#### **5.2.3.6 Rendimento e custo de produção da banana-passa**

Para os cálculos do rendimento e custo de produção foi necessária a utilização dos parâmetros físicos, e foi calculado pela multiplicação do peso do produto final por 100, e dividido pelo peso dos 20 frutos com casca.

Os custos foram calculados e comparados entre tratamentos de acordo com os insumos utilizados para o processamento da banana-passa, que foram banana *in natura*, água, energia elétrica, açúcar, metabissulfito, ácido ascórbico e ácido cítrico.

Na determinação de custos de produção não foram levados em consideração outros aspectos, como os custos fixos que ficaram por conta dos utensílios estufa, bandejas, colher, peneira, panela e vasilhame com tampa, material de limpeza, que não variaram entre os processos, por isso não foram tabulados nos cálculos.

Os dados foram tabulados em planilhas do *Microsoft Excel*®. Os resultados dos cálculos de preço padrão tiveram seus valores comparados entre os tratamentos com os controles.

#### **5.2.4 Delineamento experimental e análise estatística**

O delineamento experimental foi em esquema fatorial com dois tratamentos de inibição de escurecimento (controle e branqueamento) e dois tipos de desidratação (com e sem desidratação osmótica) e três repetições. Para a

comparação das médias foram realizadas as análises de variância com teste F e o teste Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa ASSISTAT 2007 (Silva & Azevedo, 2006).

### 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na curva de secagem na Figura 1, observa-se que as bananas previamente submetidas a desidratação osmótica tiveram uma perda de peso inicial mais rápida nas primeiras dez horas em relação aos outros processos. O CSDO teve menor facilidade de perder água nas 10 primeiras horas, em comparação ao CCDO.

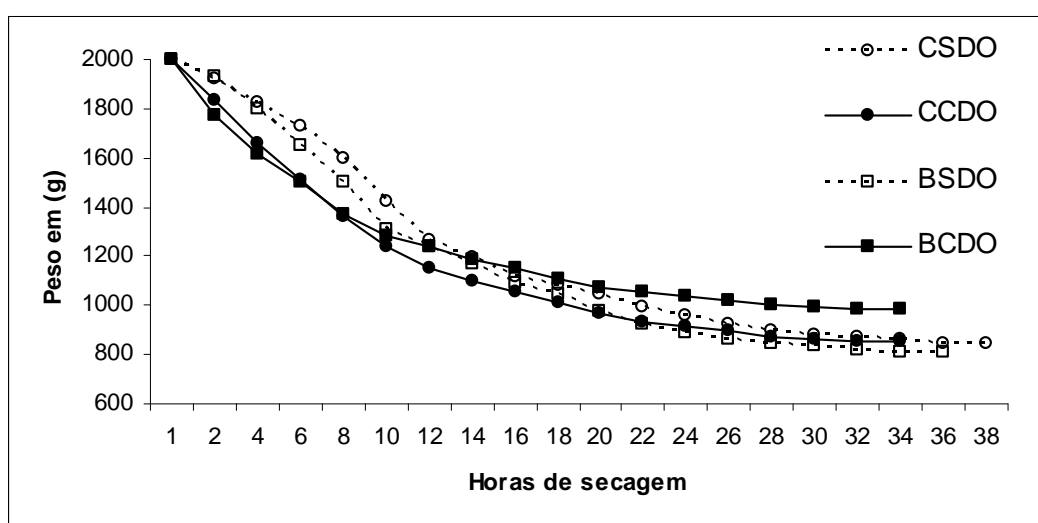


Figura 1: Curva de secagem de banana-passa da cv. Thap maeo. Branqueamento com (BCDO) e sem desidratação osmótica (BSDO), controle com (CCDO) e sem desidratação osmótica (CSDO)

Esse comportamento decorre da maior facilidade de perda de água causada pelo resíduo de xarope na sua superfície que também contém água e por manter uma umidade superficial maior que a interna, facilitando a perda de água nas primeiras horas.

Os pesos das bananas-passa CCDO e BCDO estabilizaram às 34 horas de secagem em estufa diferindo das CSDO e BSDO com 38 e 36 horas de secagem. No entanto apresentaram um maior teor de matéria seca. No processo da secagem o ar conduz calor ao alimento, provocando evaporação da água, sendo também o veículo no transporte do vapor úmido liberado no alimento.

Vários autores têm estudado os processos de desidratação em bananas como Sousa et al. (2003d), que avaliaram as curvas de secagem até atingir valores de atividade de água inferiores a 0,8, com um tempo de secagem de 14 horas. No

presente trabalho o tempo de secagem foi maior por ter sido utilizada a metodologia de secagem até peso constante, para assegurar a menor atividade de água possível (Tabela1).

Este xarope foi também responsável pelo peso final maior do que os demais tratamentos por ficar aderido à superfície do fruto processado. O peso final foi pouco influenciado pelo teor de água resultante do branqueamento e mais pelo xarope aderido à superfície da banana desidratada, tendo os CCDO e BCDO maior teor de matéria seca. Isto é mostrado pelos valores de teor de umidade (Tabela 3) e atividade de água (Tabela 1) que foram até menores que nos outros tratamentos.

Tabela 1. Matéria seca, atividade de água e textura de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Amazonas

<b>Matéria seca</b>				
<b>Prevenção de escurecimento</b>				
		<b>Controle</b>	<b>Branqueamento</b>	<b>Média</b>
<b>Desidratação</b>	<b>SDO</b>	76,66±0,22 <sup>Aa</sup>	76,51±0,04 <sup>Aa</sup>	76,59 <sup>B</sup>
	<b>CDO</b>	79,90±0,48 <sup>Aa</sup>	79,67±0,34 <sup>Aa</sup>	79,78 <sup>A</sup>
	<b>Média</b>	78,28 <sup>a</sup>	78,09 <sup>a</sup>	
<b>Atividade de água</b>				
<b>Prevenção de escurecimento</b>				
		<b>Controle</b>	<b>Branqueamento</b>	<b>Média</b>
<b>Desidratação</b>	<b>SDO</b>	0,64±0,01 <sup>Ab</sup>	0,67±0,01 <sup>Aa</sup>	0,65 <sup>A</sup>
	<b>CDO</b>	0,58 <sup>Bb</sup>	0,64 <sup>Ba</sup>	0,61 <sup>B</sup>
	<b>Média</b>	0,61 <sup>b</sup>	0,65 <sup>a</sup>	
<b>Textura</b>				
<b>Prevenção de escurecimento</b>				
		<b>Controle</b>	<b>Branqueamento</b>	<b>Média</b>
<b>Desidratação</b>	<b>SDO</b>	2,38±0,65 <sup>Aa</sup>	2,75±0,48 <sup>Aa</sup>	2,57 <sup>A</sup>
	<b>CDO</b>	1,44±0,18 <sup>Aa</sup>	2,10±0,4 <sup>Aa</sup>	1,77 <sup>B</sup>
	<b>Média</b>	1,91 <sup>b</sup>	2,42 <sup>a</sup>	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha (a, b), não diferem entre si na prevenção de escurecimento. E com a mesma letra maiúscula na coluna (A, B), não diferem entre si nos processos de secagem (SDO – sem desidratação osmótica, CDO – com desidratação osmótica), ( $p \leq 0,01$ ).

O teor de mataria seca não diferiu quanto ao tipo de prevenção de escurecimento. No entanto, as amostras submetidas aos tratamentos de desidratação osmótica apresentaram os maiores valores de matéria seca.

Houve diferença significativa na atividade de água em relação ao tipo de prevenção de escurecimento e em relação aos processos de secagem, sendo que a aw teve influência direta da desidratação osmótica principalmente no CCDO, que

teve menor valor e o BSDO o maior valor entre os tratamentos.

O branqueamento proporcionou maior valor de atividade de água em relação aos demais tratamentos, ainda assim todos os tratamentos ficaram na faixa permitida para frutos desidratados (0,50 a 0,70) e não diferiram significativamente entre si. A presença do açúcar diminui a atividade de água, aumenta a pressão osmótica do meio criando assim condições desfavoráveis para o crescimento e reprodução da maioria das espécies de bactérias, leveduras e mofos. O branqueamento influenciou na atividade de água devido à imersão dos frutos em água fervente, facilitando a entrada da água. Os valores de atividade de água foram menores que os encontrados por Sousa et al. (2003a) de 0,72.

Houve diferença significativa na textura em relação ao tipo de prevenção de escurecimento no CCDO, que teve menor valor. Houve diferença significativa em relação aos processos de secagem. A textura variou com os tratamentos pela relação direta com a porcentagem de umidade (Tabela 3). A textura foi influenciada pela desidratação osmótica que ocasionou produtos mais macios, com valores inferiores de textura em relação aos CSDO e BSDO.

Os tratamentos CCDO e BCDO apresentaram menores valores de textura em relação aos sem desidratação osmótica, ou seja, são mais macios em relação aos sem desidratação osmótica. Assim, a desidratação osmótica contribui para a maciez do produto final. Isso foi devido ao xarope aderido que protegeu a superfície do produto e pela incorporação do açúcar, havendo aumento de peso mesmo levando-se em consideração que o produto perdeu água para a solução. Os melhores tratamentos, para os parâmetros analisados, foram os com desidratação osmótica (Santos et al., 2007). O tratamento BCDO propiciou menor textura e menor atividade de água (Tabela 1), enquanto o CCDO propiciou maior teor de matéria seca e a melhor coloração (Tabela 2). Estes dados de matéria seca, atividade de água e textura foram apresentados em Santos et al. (2007).

Na Tabela 2 nota-se o efeito da desidratação osmótica do branqueamento sobre a coloração de banana-passa produzida a partir da cv. Thap maeo, para os valores de intensidade de Luminosidade (L), (a) e (b).

O valor de  $L^*$  indica a luminosidade ( $L^* = 0$  (preto) e  $L^* = 100$  (branco)),  $a^*$  e  $b^*$  cromaticidade, dadas nas coordenadas indica a direção da cor, onde  $a^*$  indica o

eixo da cromaticidade do verde (-a) ao vermelho (+a) e o b\* o eixo da cromaticidade do azul (-) ao amarelo (+) (Houben et al., 2000). Ao analisar os produtos desidratados foi verificado que a luminosidade L\* e cromaticidades b\* a\* e b\*) diferiram entre os tratamentos ao ( $p \leq 0,01$ ), havendo variação de cromaticidade demonstrando que a desidratação osmótica e o branqueamento favorecem na coloração sendo atributos cromáticos.

Tabela 2. Coloração de banana-passa obtida da cv. Thap maeo produzida no Amazonas

		<b>Coloração L*</b>		
		<b>Prevenção de escurecimento</b>		
		<b>Controle</b>	<b>Branqueamento</b>	<b>Média</b>
<b>Desidratação</b>	<b>SDO</b>	22,18±0,1 <sup>Aa</sup>	29,97 <sup>Aa</sup>	26,07 <sup>A</sup>
	<b>CDO</b>	20,66±0,5 <sup>Aa</sup>	28,23±0,2 <sup>Aa</sup>	24,44 <sup>B</sup>
	<b>Média</b>	21,42 <sup>b</sup>	29,10 <sup>a</sup>	
		<b>Coloração a*</b>		
		<b>Prevenção de escurecimento</b>		
		<b>Controle</b>	<b>Branqueamento</b>	<b>Média</b>
<b>Desidratação</b>	<b>SDO</b>	6,44±0,3 <sup>Aa</sup>	10,7±0,26 <sup>Aa</sup>	8,57 <sup>A</sup>
	<b>CDO</b>	5,50±0,19 <sup>Aa</sup>	9,28±0,41 <sup>Aa</sup>	7,40 <sup>B</sup>
	<b>Média</b>	5,97 <sup>b</sup>	9,99 <sup>a</sup>	
		<b>Coloração b*</b>		
		<b>Prevenção de escurecimento</b>		
		<b>Controle</b>	<b>Branqueamento</b>	<b>Média</b>
<b>Desidratação</b>	<b>SDO</b>	4,28±0,28 <sup>Aa</sup>	9,16±0,02 <sup>Aa</sup>	6,72 <sup>B</sup>
	<b>CDO</b>	6,53±0,44 <sup>Aa</sup>	11,36±0,43 <sup>Aa</sup>	8,95 <sup>A</sup>
	<b>Média</b>	5,41 <sup>b</sup>	10,26 <sup>a</sup>	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha (a, b), não diferem entre si na prevenção de escurecimento. E com a mesma letra maiúscula na coluna (A, B), não diferem entre si nos processos de secagem (SDO – sem desidratação osmótica, CDO – com desidratação osmótica), ( $p \leq 0,01$ ).

Houve diferença significativa nos valores de L\* em relação ao tipo de inibição de escurecimento e ao tipo de desidratação. O branqueamento influenciou significativamente na coloração da banana-passa proporcionando uma coloração mais clara, mesmo com a desidratação osmótica. Assim, quanto menor o valor de L\* mais escura é a coloração do produto.

Houve diferença significativa nos valores de a\* em relação ao tipo de inibição de escurecimento e ao tipo de desidratação. Os CSDO e BSDO maiores valores de a\* tendendo mais para o vermelho. O BCDO propiciou melhor coloração havendo diferenças colorimétricas em relação ao controle na Tabela 2. O branqueamento acompanhado da desidratação osmótica influenciou na coloração da banana-passa.

Também foi observada diferença significativa nos valores de  $b^*$  em relação ao tipo de inibição de escurecimento e ao tipo de desidratação. Quando analisada a cromaticidade  $a^*$  e  $b^*$  os tratamentos CCDO e BCDO tiveram valores maiores de  $b^*$  tendendo mais para o amarelo, essa coloração se deve ao xarope aderido em sua superfície. A prevenção do escurecimento (branqueamento) e a desidratação osmótica influenciaram na coloração do produto final (Figura 2). Estes dados de coloração  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  foram apresentados em Santos et al. (2007).

Dos tratamentos utilizados, o uso do branqueamento e desidratação osmótica proporcionou um produto final de coloração mais atrativa.

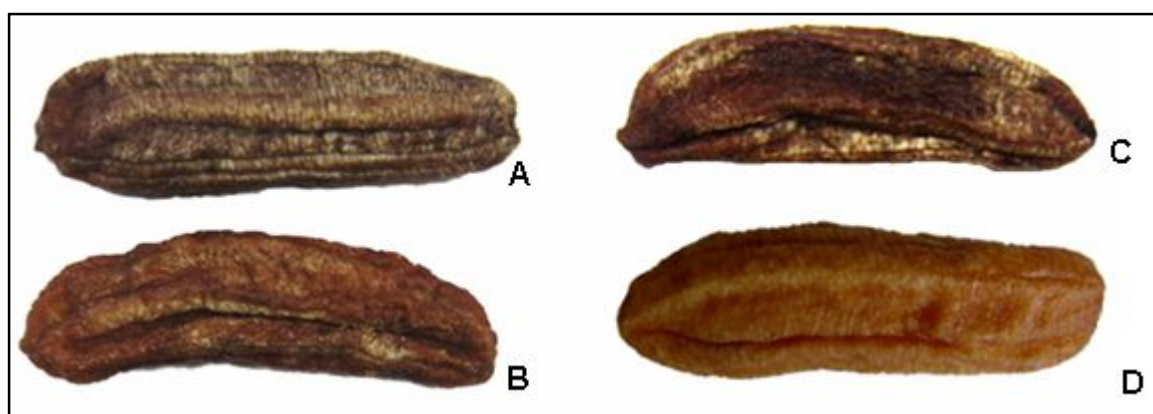


Figura 2. Aspecto de bananas-passa da cv. Thap maeo produzidas no Estado do Amazonas. Controle sem desidratação osmótica - CSDO(A), branqueamento sem desidratação osmótica- BSDO(B), controle com desidratação osmótica - CCDO(C) e branqueamento com desidratação osmótica - BCDO(D).

A composição química e físico-química das bananas-passa da cv. Thap maeo com uso ou não de branqueamento e desidratação osmótica (Tabela 3).

Tabela 3. Características químicas e físico-químicas de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Amazonas

Determinação	Banana-passa			
	CSDO	BSDO	CCDO	BCDO
pH	4,47±0,01	4,65±0,01	4,18±0,03	4,33±0,01
Acidez (% de ácido málico)	0,155	0,148	0,112	0,105
Fenólicos em água (mg/100g)	1,929±0,012	1,855±0,002	1,846±0,003	1,786±0,006
Fenólicos em metanol 50% (mg/100g)	1,707±0,004	1,689±0,002	1,343±0,001	1,232±0,009
Fenólicos em metanol (mg/100g)	1,269	0,748±0,01	0,997±0,001	0,554±0,006
Umidade (%)	23,34±0,22	23,49±0,04	20,10±0,85	20,33±0,34
Proteínas (mg/100g)	2,79±0,13	2,57±0,08	2,85±0,06	2,65±0,01
Lipídios (mg/100g)	0,31	0,24	0,30	0,24
Cinzas (mg/100g)	0,38±0,0014	0,38±0,0029	0,40±0,0029	0,4±0,0029

Branqueamento com (BCDO) e sem desidratação osmótica (BSDO), controle com (CCDO) e sem desidratação osmótica (CSDO).



Os valores de pH variaram pouco, em torno de 0,5 entre os tratamentos, sendo menores nos com desidratação osmótica e valores menores de pH da banana-passa em comparação com os encontrados para a Fhia 18 por Jesus et al. (2005), de  $4,5 \pm 0,02$  e por Mota (2005) em banana prata, de 4,6 e valores médios aos encontrados por Melo & Vilas Boas (2006) no fruto *in natura* (capítulo 1), porém, superiores aos encontrados por Mota (2005b).

A acidez em percentagem de ácido málico teve variação devido ao tipo de desidratação, sendo a acidez menor nos tratamentos com a desidratação osmótica CCDO e BCDO em torno de 0,043. Estes valores de acidez titulável foram menores que os encontrados em Jesus et al. (2005) na Fhia 18, de  $1,22 \pm 0,03$ , por Melo & Vilas Boas (2006) no fruto *in natura* e por Mota (2005a).

A porcentagem de umidade variou em função da desidratação osmótica, pois houve uma menor umidade residual no final do processo de produção da banana-passa neste esse tratamento, não houve variação significativa entre os tratamentos com e sem branqueamento. As bananas-passa ficaram com umidade  $\pm 70$  (sem desidratação osmótica) e 75% (com desidratação osmótica) menores em relação ao fruto *in natura*, com valores inferiores aos encontrados por Mota (2005b).

Segundo Andrade et al. (1980), no caso de frutos, a maior parte de seu conteúdo de água existe em solução de açúcares, sais, proteínas e compostos orgânicos mantidos em compartimentos celulares.

As bananas-passa apresentaram teores de umidade com variação de 20,10% a 23,49%, faixa que se encontra dentro do limite estabelecido pela Legislação Brasileira que é de, no máximo, 25% de umidade para frutas desidratadas (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2002).

Os lipídios variaram muito pouco em relação aos tratamentos, porém, mostraram-se superiores em relação ao fruto *in natura* (capítulo 1). O teor de cinza não variou entre os tratamentos. Os compostos fenólicos tiveram maiores valores quando extraídos em água, seguido pela extração com metanol 50%, devido aos compostos fenólicos serem monoméricos e terem maior afinidade com a água.

O rendimento em função dos pesos iniciais (matéria prima) e finais (produto) dos processos foi comparado de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4. Peso do fruto *in natura* de banana, com e sem casca e rendimento de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Amazonas

Tratamentos	Banana <i>in natura</i>		Produto	Rendimento (%)	Quantidade (g)	
	c/casca	s/casca (g)			Rendimento em 1kg de banana	Para 1kg de banana-passa
CSDO	2193,92	1714	562	25,62	0,256	3,904
BSDO	2142,72	1674	480	22,40	0,224	4,464
CCDO	1858,56	1452	620	33,36	0,334	2,998
BCDO	1605,12	1254	618	38,50	0,385	2,597

Branqueamento com (BCDO) e sem desidratação osmótica (BSDO), controle com (CCDO) e sem desidratação osmótica (CSDO).

O rendimento da banana-passa da cv. Thap maeo produzida com desidratação osmótica foi superior ao encontrado por Jesus et al. (2005) para a Fhia 18, de  $28,9 \pm 0,14\%$ . O BCDO e CCDO tiveram os maiores rendimentos de banana-passa no final do processo, devido à incorporação de açúcar e ao xarope aderido na superfície da banana-passa.

Dentre os tratamentos de prevenção de escurecimento BCDO teve maior rendimento com 0,385 g de banana-passa em um quilograma de banana *in natura*, sendo o de maior peso final, em relação ao controle devido a imersão em água fervente, em água gelada para o choque térmico e imersão em xarope e o controle não, e em relação ao BSDO, por ter este absorvido água e não ter perdido na desidratação osmótica e no lugar incorporado açúcar, e sim apenas perdido água na secagem em estufa.

Para os cálculos da quantidade necessária de banana para um quilograma de banana-passa levou-se em consideração o rendimento final do processo de produção. Neste sentido a quantidade necessária de banana para a produção de banana-passa é inversamente proporcional ao rendimento, assim o BCDO é o processo que precisa da menor quantidade de banana para a produção de um quilograma de banana-passa, seguido pelo CCDO. A desidratação osmótica aumenta o rendimento da banana-passa.

Os valores de custo de produção foram calculados de acordo com os parâmetros e valores descritos na Tabela 5.

Tabela 5. Influência do branqueamento e da desidratação osmótica no custo de produção de banana-passa obtida da cv. Thap maeo

Componentes	Valor unitário (R\$)	Tratamentos							
		Quantidade				Custo (R\$)			
		CSDO	BSDO	CSDO	BCDO	CSDO	BSDO	CCDO	BCDO
Banana cv. Thap maeo (kg)	2,00	3,904	4,464	2,998	2,597	7,81	8,93	6,00	5,19
Água (L)	0,25	-	4,12	2,77	2,40	-	1,03	0,69	0,60
Gás (h)	32,00	-	0,022	0,022	0,022	-	0,70	-	0,70
Açúcar (Kg) 65° Brix	1,00	-	-	5,14	4,45	-	-	5,14	4,45
Energia elétrica (kW/h)	0,365013	38	36	34	34	0,46	0,44	0,41	0,41
<b>custo total</b>						<b>8,27</b>	<b>11,10</b>	<b>12,24</b>	<b>11,36</b>

Branqueamento com (BCDO) e sem desidratação osmótica (BSDO), controle com (CCDO) e sem desidratação osmótica (CSDO).

O CSDO teve o menor custo de produção. A desidratação osmótica aumentou o custo em R\$ 3,97 no controle e R\$ 0,26 no branqueamento. O custo maior dos com desidratação osmótica foi devido ao açúcar calculado para o xarope em função de rendimento. Quanto menor o rendimento mais açúcar é necessário.

Para a produção de 1kg de banana-passa, o branqueamento aumentou o custo em R\$ 2,57 sem a desidratação osmótica e baixou o custo em R\$ 0,88 com desidratação osmótica. A quantidade necessária para a produção da banana-passa com desidratação osmótica é menor do que sem a desidratação osmótica. O branqueamento influenciou menos o preço do produto em comparação à desidratação osmótica, no custo final.

O branqueamento pouco influenciou no custo final, ficando a grande influência para a desidratação osmótica. A desidratação osmótica aumenta o custo mais por causa do xarope, que mais agrega valor ao produto por ser mais doce. A elevação do custo de produção com BCDO mostrou-se irrelevante, pois foi muito próximo ao custo do BSDO.

O custo de produção dos BSDO e BCDO foi menor em relação CSDO e CCDO, devido a alto rendimento do produto resultante da maior quantidade de açúcar incorporado pela imersão em água do processo, requerendo assim, menor quantidade de matéria-prima em comparação aos sem branqueamento, que é o fator limitante para a formação do custo total do processo.

Como o custo de produção do CCDO e BCDO (Tabela 5) não foi muito elevado em relação ao CSDO e BSDO, e que o processo de desidratação osmótica

melhora a aparência, textura, características físico-químicas, concluiu-se que a adoção do branqueamento é uma alternativa para maiores lucros.

Os melhores tratamentos, para os parâmetros analisados, foram os com desidratação osmótica (Santos et al., 2007), mesmo com os custos de produção da banana-passa sendo maiores com a desidratação osmótica. Este tratamento serve como uma ferramenta para agregação de valor, e que a produção de banana-passa com branqueamento e desidratação osmótica é viável economicamente e surge como estratégia para conservação e agregação de valor para a cv. Thap maeo, servindo de base para os Arranjos produtivos locais - APL's no Amazonas.

#### **5.4 CONCLUSÃO**

A despeito dos custos de produção da banana-passa serem maiores, o branqueamento e a desidratação osmótica contribuíram para a qualidade da banana-passa da cv. Thap maeo com melhoria na aparência, coloração, textura, características físico-químicas, menor atividade de água e maior rendimento.

## 6 CAPÍTULO III

### **Efeito da sulfitação e da desidratação osmótica nas características físico-químicas e custo de produção de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no estado do Amazonas**

#### **6.1 INTRODUÇÃO**

A cv. Thap maeo foi escolhida para o processamento entre as recomendadas pela Embrapa e distribuídas pelo Idam, por ter sido identificada por Leite et al. (2003b), como sendo produtiva e resistente a pragas e doenças, com frutos de qualidade, e que pudessem substituir com vantagens as cultivares, mostrando-se promissora para a recomendação para produtores, garantindo assim a sustentabilidade do agronegócio da banana, além de ter boas características físico-químicas em relação aos outros cultivares e com menor teor de umidade.

Uma alternativa para a melhor aparência da banana-passa, que geralmente possui cor escura, é o uso combinado de mecanismos que evitem o escurecimento e realcem a cor da banana-passa como os ácidos orgânicos e açúcares (Cabral & Alvim, 1981; Araújo, 1985)

O método mais utilizado para a redução da atividade de água é a desidratação osmótica, que é um processo químico de origem inorgânica. A presença do açúcar aumenta a pressão osmótica do meio, criando assim condições desfavoráveis para o crescimento e reprodução de microrganismos, conseqüentemente irá ocorrer uma diminuição da atividade de água. Pela transferência simultânea de massa em contracorrente entre o produto e a solução, grande proporção de água do produto passa à solução, mas ao mesmo tempo há a transferência de solutos desta ao produto (Ordóñez et al., 2005), ocorrendo dois

fluxos de massa simultâneos: um fluxo de água do alimento para a solução e uma transferência simultânea de soluto da solução para o alimento (Lima et al., 2004).

A combinação de desidratação osmótica com a desidratação em estufa resulta em melhores características dos alimentos, tanto sensoriais quanto nutricionais, em relação a alimentos desidratados sem tratamento prévio (Brandão et al., 2003). A perda de solutos próprios dos alimentos (açúcares, ácidos orgânicos, minerais, vitaminas, etc.), é menos importante que as transferências indicadas antes, ainda que modifiquem a composição final do produto.

As mudanças na coloração são acentuadas durante a preparação para o processamento, desidratação. A cor do produto pode ser mascarada pela formação de pigmentos escuros que ocasionam um produto menos atrativo. Usualmente o escurecimento é acompanhado por transformação indesejável no sabor, odor e valor nutritivo (Joslyn & Ponting, 1951; Galeazzi, 1978).

O pré-tratamento visa prevenir a reação enzimática que causa o escurecimento, a perda de sabor e propriedades alimentícias que têm nas partes externas expostas ao contato com oxigênio e também protegê-las contra a deterioração durante o período de armazenamento (Barbosa, 1976).

A sulfitação é um processo químico de origem inorgânica (Barbosa, 1976). O metabissulfito de sódio é um agente conservante mineral, classificado como aditivo conservante em Bourgeois (sd), Não é classificado como elemento conservador por sua ação ser bastante secundária, mas sim como auxiliares de outros processos, por isso recomendado como aditivos (Barbosa, 1976).

Entre os métodos de pré-tratamento está a sulfitação, que é uma operação realizada mediante a imersão em solução aquosa de metabissulfito de sódio por tempo determinado. Desta maneira, na metodologia adotada sugere-se a imersão das frutas numa solução de metabissulfito de sódio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) por alguns minutos, antes da desidratação (Cruz, 1990).

Apesar de resistentes a doenças e com qualidades tecnológicas, a falta de aceitação dessas cultivares *in natura* e de tecnologia de processamento é um entrave para a bananicultura. Justifica-se então o desenvolvimento e utilização de tecnologias como estratégias para conservação e agregação de valor para a cv.

Thap maeo, servindo de base para os Arranjos Produtivos Locais - APL's no Amazonas.

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito da sulfitação e da desidratação osmótica nas características físico-químicas, textura, atividade de água e valor nutritivo da banana-passa, assim como, estimar o custo de produção da banana-passa obtida da cv. Thap maeo produzida no Amazonas.



## **6.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **6.2.1 Obtenção da matéria-prima**

A matéria-prima foi obtida de acordo com o item (4.2.1) e após a caracterização química do fruto *in natura* (capítulo 1), parte dos demais frutos foi utilizada no experimento seguinte.

### **6.2.2 Processamento da banana-passa**

A amostragem, lavagem, sanitização, nova lavagem, descascamento e corte das extremidades dos frutos, bem como o processamento da banana passa (item 10.2) e (anexo 1) foram avaliados métodos de prevenção de escurecimento enzimático por inibição enzimática (metabissulfito de sódio  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_2$ ) e o controle, assim como, os processos de remoção de água em estufa, precedida ou não de desidratação osmótica.

#### **6.2.2.1 Sulfitação**

Os frutos foram acondicionados em cestos e a sulfitação foi realizada segundo Stringheta et al (2003). Os frutos foram colocados em cestos e imersos por 40 segundos em recipiente contendo metabissulfito de sódio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ), a 0,01%, empregando-se 1L de solução para 1,5 kg de banana descascada. Os tratamentos foram codificados em sulfitação com (SCDO) e sem desidratação osmótica (SSDO).

#### **6.2.2.2 Desidratação osmótica e em estufa**

O processo de remoção da água, acondicionamento e armazenamento foram realizados de acordo com o item 5.2.2.2, descrito no capítulo II.

### **6.2.3 Avaliação da banana-passa**

As bananas-passa foram acondicionadas em sacos plásticos de média densidade e armazenados a temperatura ambiente e em local seco e arejado. As análises realizadas estão descritas: Caracterização físico-química da banana-passa (Item 4.2.3.2) do capítulo I; Curva de secagem (Item 5.2.3.1); Atividade de água (Item 5.2.3.3); Coloração (Item 5.2.3.4); Textura (Item 5.2.3.5); Rendimento e custo de produção da banana-passa (Item 5.2.3.6) do capítulo II.

#### **6.2.4 Delineamento experimental e análise estatística**

O delineamento experimental das análises em laboratório seguiu esquema fatorial com dois tratamentos de inibição de escurecimento (controle e sulfitação), dois tipos de desidratação (controle e desidratação osmótica) e três repetições. Para a comparação das médias foram realizadas as análises de variância com teste F e o teste Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa ASSISTAT 2007 (Silva & Azevedo, 2006).

### 6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela curva de secagem (Figura 1) observa-se que com a desidratação osmótica os frutos tiveram uma perda de peso inicial mais rápida nas primeiras sete horas (CCDO e SCDO) e nas onze primeiras (CSDO e SSDO), por terem mais facilidade na perda de água causada pelo resíduo de xarope na sua superfície que também contém água e por manter uma umidade superficial maior que a interna, facilitando a perda de água nas primeiras horas.

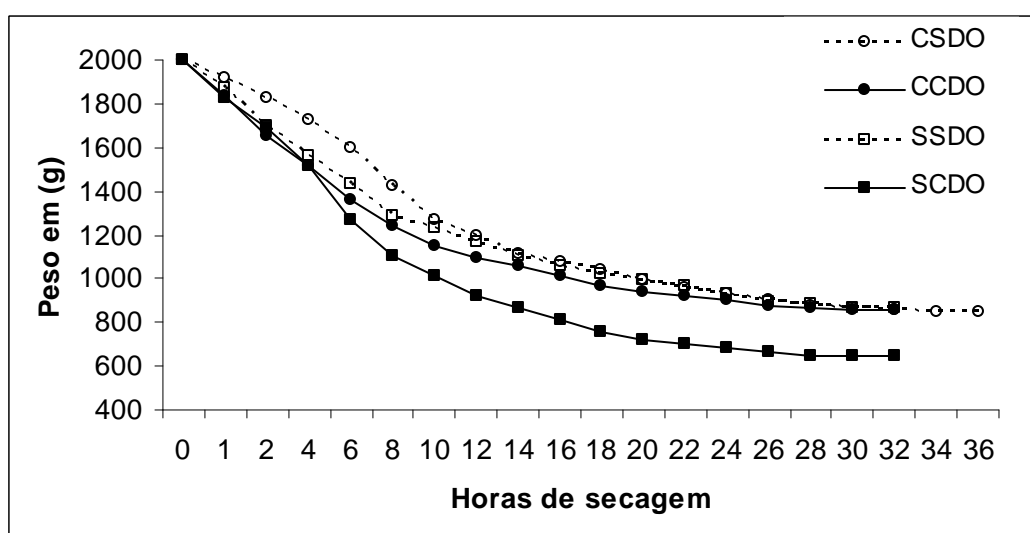


Figura 1. Curva de secagem de bananas-passa da cv. Thap maeo. Sulfitação com (SCDO) e sem desidratação osmótica (SSDO), controle com (CCDO) e sem desidratação osmótica (CSDO).

Os pesos das bananas-passa CCDO, SCDO e SSDO tornaram-se estáveis às 32 horas de secagem em estufa diferindo das CSDO às 36 horas de secagem, no entanto tiveram um maior teor de matéria seca.

No processo da secagem, o ar conduz calor ao alimento, provocando evaporação da água, sendo também o veículo no transporte do vapor úmido liberado no alimento. Sousa et al. (2003d) que avaliaram as curvas de secagem até atingir valores de atividade de água inferiores a 0,8, com um tempo de secagem de 14 horas, no presente trabalho o tempo de secagem foi maior por ter sido utilizada a metodologia de secagem até peso constante, para assegurar a menor atividade de água possível (Tabela 1).

A desidratação osmótica influenciou no peso final do produto quando em

conjunto com a adição dos ácidos (SCDO), causada pela concentração da adição do sal Metabissulfito de sódio, pela sulfitação na solução e este ter ficado aderido à superfície do produto, sendo a perda de água inicial também influenciada pela prevenção do escurecimento.

Nos CCDO e SCDO, o peso final foi influenciado pelo xarope que ficou aderido na superfície da banana desidratada, implicando com no teor de matéria seca maior. Isto é mostrado pelos valores de teor de umidade (Tabela 3) e atividade de água (Tabela 1), menores que nos outros tratamentos.

Tabela 1. Matéria seca, atividade de água e textura de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Amazonas

		<b>Matéria seca</b>		
		<b>Prevenção de escurecimento</b>		
		<b>Controle</b>	<b>Sulfitação</b>	<b>Média</b>
<b>Desidratação</b>	<b>SDO</b>	76,66±0,22 <sup>Aa</sup>	77,49 <sup>Aa</sup>	77,08 <sup>B</sup>
	<b>CDO</b>	79,90±0,48 <sup>Aa</sup>	80,60 <sup>Aa</sup>	80,25 <sup>A</sup>
	<b>Média</b>	78,28 <sup>b</sup>	79,05 <sup>a</sup>	
		<b>Atividade de água</b>		
		<b>Prevenção de escurecimento</b>		
		<b>Controle</b>	<b>Sulfitação</b>	<b>Média</b>
<b>Desidratação</b>	<b>SDO</b>	0,64±0,01 <sup>Aa</sup>	0,613 <sup>Aa</sup>	0,63 <sup>A</sup>
	<b>CDO</b>	0,58 <sup>Aa</sup>	0,58 <sup>Aa</sup>	0,58 <sup>B</sup>
	<b>Média</b>	0,61 <sup>a</sup>	0,60 <sup>a</sup>	
		<b>Textura</b>		
		<b>Prevenção de escurecimento</b>		
		<b>Controle</b>	<b>Sulfitação</b>	<b>Média</b>
<b>Desidratação</b>	<b>SDO</b>	2,38±0,65 <sup>Aa</sup>	3,04 <sup>Aa</sup>	2,71 <sup>A</sup>
	<b>CDO</b>	1,44±0,18 <sup>B Aa</sup>	2,405 <sup>Aa</sup>	1,93 <sup>B</sup>
	<b>Média</b>	1,91 <sup>b</sup>	2,72 <sup>a</sup>	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha (a, b), não diferem entre si na prevenção de escurecimento. E com a mesma letra maiúscula na coluna (A, B), não diferem entre si nos processos de secagem (SDO – sem desidratação osmótica, CDO – com desidratação osmótica), ( $p \leq 0,01$ ).

Houve diferença significativa no teor de matéria seca em relação ao tipo de prevenção de escurecimento, sendo o que os CSDO e CCDO tiveram menores valores em relação aos demais tratamentos, e em relação aos processos de secagem. Isso foi devido ao xarope aderido a superfície do produto e pela incorporação do açúcar, havendo aumento de peso mesmo levando-se em consideração que o produto perdeu água para a solução salina.

Não houve diferença significativa na atividade de água em relação ao tipo de prevenção de escurecimento no CSDO e SSDO, mas houve em relação aos

processos de secagem. A  $a_w$  teve influencia direta do tipo de desidratação que com desidratação osmótica, os valores foram menores. O CSDO proporcionou maior atividade de água em relação aos demais tratamentos, ainda assim todos os tratamentos ficaram na faixa permitida para frutos desidratados (0,50-0,70).

A presença do açúcar diminui a atividade de água, aumenta a pressão osmótica do meio criando condições desfavoráveis para o crescimento e reprodução da maioria das espécies de bactérias, leveduras e mofo. Os valores de atividade de água foram menores que os encontrados por Sousa et al. (2003a) de 0,72.

Houve diferença significativa na textura em relação ao tipo de prevenção de escurecimento no CCDO, que teve menor valor e em relação aos processos de secagem. A textura variou com os tratamentos pela relação direta com a porcentagem de umidade (Tabela 3).

A textura foi influenciada pela desidratação osmótica que ocasionou produtos mais macios, com valores inferiores de textura nos CCDO e SCDO. Os melhores tratamentos foram os com desidratação osmótica.

O tratamento CCDO propiciou menor textura e juntamente com o SCDO menor atividade de água (Tabela 1), enquanto o SCDO propiciou maior teor de matéria seca e a melhor coloração (Tabela 2). Estes dados de matéria seca, atividade de água, textura, coloração  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  foram apresentados por Santos et al. (2007).

A prevenção do escurecimento por sulfitação e desidratação osmótica influenciou na coloração do produto final (Figura 2).



Figura 2. Aspecto de bananas-passa da cv. Thap maeo produzidas no Estado do Amazonas. Controle sem desidratação osmótica - CSDO(A), sulfitação sem desidratação osmótica- SSDO(B), controle com desidratação osmótica - CCDO(C) e sulfitação com desidratação osmótica - SCDO(D).

Na Tabela 2 nota-se o efeito da desidratação osmótica e da sulfitação sobre a coloração de banana-passa produzida a partir da cv. Thap maeo, para os valores de intensidade de Luminosidade (L), (a) e (b).

Tabela 2. Coloração de banana-passa obtida da cv. Thap maeo produzida no Amazonas

		Coloração L*		
		Prevenção de escurecimento		
		Controle	Sulfitação	Média
Desidratação	SDO	22,18±0,1 <sup>Aa</sup>	25,34 <sup>Aa</sup>	23,76 <sup>A</sup>
	CDO	20,66±0,5 <sup>Aa</sup>	23,63 <sup>Aa</sup>	22,15 <sup>B</sup>
	Média	21,42 <sup>b</sup>	24,49 <sup>a</sup>	
		Coloração a*		
		Prevenção de escurecimento		
		Controle	Sulfitação	Média
Desidratação	SDO	6,44±0,3 <sup>Aa</sup>	7,044 <sup>Aa</sup>	6,74 <sup>A</sup>
	CDO	5,50±0,19 <sup>Aa</sup>	6,09 <sup>Aa</sup>	5,80 <sup>B</sup>
	Média	5,97 <sup>b</sup>	6,57 <sup>a</sup>	
		Coloração b*		
		Prevenção de escurecimento		
		Controle	Sulfitação	Média
Desidratação	SDO	4,28±0,28 <sup>Aa</sup>	3,78 <sup>Aa</sup>	4,03 <sup>B</sup>
	CDO	6,53±0,44 <sup>Aa</sup>	5,81 <sup>Aa</sup>	6,17 <sup>A</sup>
	Média	5,41 <sup>a</sup>	4,80 <sup>b</sup>	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha (a, b), não diferem entre si na prevenção de escurecimento. E com a mesma letra maiúscula na coluna (A, B), não diferem entre si nos processos de secagem (SDO – sem desidratação osmótica, CDO – com desidratação osmótica), ( $p \leq 0,01$ ).

O valor de L\* indica a luminosidade (L\* = 0 (preto) e L\* = 100 (branco)), a\* e b\* cromaticidade, dadas nas coordenadas, indica a direção da cor, onde a\* indica o eixo da cromaticidade do verde (-a) ao vermelho (+a) e o b\* o eixo da cromaticidade do azul (-) ao amarelo (+) (Houben et al., 2000). Ao analisar os produtos desidratados foi verificado que a luminosidade L\* e cromaticidades b\* e a\* diferiram entre os tratamentos ao nível de 1% de significância, havendo variação de cromaticidade demonstrando que a desidratação osmótica e a sulfitação favorecem na coloração, sendo atributos cromáticos.

Houve diferença significativa na coloração em relação ao tipo de prevenção de escurecimento, tendo os SSDO e SCDO com coloração mais clara (L\*) e também em relação aos processos de secagem. A sulfitação influenciou na coloração da banana-passa proporcionando uma coloração mais clara, mesmo com a desidratação osmótica. Assim, quanto menor o valor de L\* mais escura é a coloração do produto.

Quando analisada a cromaticidade  $a^*$  e  $b^*$ , não houve diferença significativa em relação ao tipo de prevenção de escurecimento e dos processos de secagem entre os tratamentos, mas os SSDO e CSDO obtiveram maiores valores de  $a^*$  tendendo mais para o vermelho, e maiores de  $b^*$  tendendo mais para o amarelo. Os maiores valores de  $b^*$  foram encontrados em CCDO e SCDO, essa coloração se deve ao xarope aderido em sua superfície. A composição química e físico-química do fruto *in natura* e das bananas-passa da cv. Thap maeo produzidas com prevenção de escurecimento e por processos de secagem, disposta na Tabela 3.

Tabela 3. Características químicas e físico-químicas de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Amazonas

Determinação	Banana-passa			
	CSDO	SSDO	CCDO	SCDO
pH	4,47±0,01	4,42±0,01	4,18±0,03	4,48±0,01
Acidez (% de ácido málico)	0,155	0,148	0,112	0,087
Fenólicos em água (mg/100g)	1,929±0,012	2,127±0,009	1,846±0,003	1,468±0,005
Fenólicos em metanol 50% (mg/100g)	1,707±0,004	1,509±0,002	1,343±0,001	1,634±0,004
Fenólicos em metanol (mg/100g)	1,269	1,246±0,03	0,997±0,001	0,979±0,016
Umidade (%)	23,34±0,22	22,51±0,04	20,10±0,85	19,39±0,34
Proteínas (mg/100g)	2,79±0,13	2,85±0,08	2,85±0,06	2,92±0,01
Lipídios (mg/100g)	0,31	0,31	0,30	0,32
Cinzas (mg/100g)	0,38±0,0014	0,39±0,0029	0,40±0,0029	0,4±0,0029

Controle com (CCDO) e sem desidratação osmótica (CSDO), sulfitação com (SCDO) e sem desidratação osmótica (SSDO).

Os valores de pH variaram pouco, em torno de 0,5 entre os tratamentos, sendo menores nos com desidratação osmótica e em relação ao fruto *in natura* e valores menores de pH da banana-passa em comparação com os encontrados para a Fhia 18 por Jesus et al. (2005), de 4,5±0,02 e por Mota (2005) em banana prata, de 4,6 e valores médios aos encontrados por Melo & Vilas Boas (2006) no fruto *in natura*.

A acidez em porcentagem de ácido málico teve variação devido ao tipo de desidratação, sendo a acidez menor nos tratamentos com a desidratação osmótica CCDO e SCDO em torno de 0,07. Estes resultados foram menores que os encontrados em Jesus et al. (2005) na cv Fhia 18, de 1,22±0,03.

A porcentagem de umidade variou em função da desidratação osmótica, pois houve uma menor umidade residual no final do processo de produção da banana-passa com esse tratamento, não houve variação significativa entre os tratamentos com e sem a sulfitação, mas foram maiores nos controles.

As bananas-passa apresentaram teores de umidade de  $\pm 70,7\%$  (sem

desidratação osmótica) e 75,7% (com desidratação osmótica) menores em relação ao fruto *in natura* (capítulo 1). Segundo Andrade et al. (1980), no caso de frutos, a maior parte de seu conteúdo de água existe em solução de açúcares, sais, proteínas e compostos orgânicos mantida em compartimentos celulares.

Os dados de umidade do fruto *in natura* foram maiores, mas a umidade da banana-passa no final do processo foi maior no CCDO e menor SCDO, que os encontrados em Sousa (2003) em estudo da influência da concentração e da proporção fruto em relação ao xarope na desidratação osmótica de bananas processadas encontrou no fruto *in natura* e no final da secagem 67,60%, e 19,41%, respectivamente.

As bananas-passa apresentaram teores de umidade com variação de 19,39% a 23,34%, faixa que se encontra dentro do limite estabelecido pela Legislação Brasileira que é de, no máximo, 25% de umidade para frutas desidratadas (ANVISA, 2002). A banana *in natura* da cv. Thap maeo teve valores de umidade maiores que os encontrados por Sousa et al. (2003b), 71,42% e Mota (2005) de 74,45%, e valores menores do teor de umidade da banana-passa em comparação com os encontrados para a Fhia 18 por Jesus et al. (2005), de  $20,10 \pm 0,85$ , Sousa et al. (2003b) de 23,73% e Mota (2005) de 23,89%.

Os lipídeos variaram muito pouco em relação aos tratamentos, mas ficaram mais concentrados nas bananas-passa sem a desidratação osmótica. As cinzas não variaram entre os tratamentos, mas ficaram mais concentradas nas bananas-passa do que no fruto *in natura* juntamente com os outros componentes.

Os compostos fenólicos tiveram maiores valores quando extraídos em água, seguido pela extração com metanol 50%, devido aos compostos fenólicos serem monoméricos e terem maior afinidade com a água.



O rendimento em função dos pesos iniciais (matéria prima) e finais (produto) dos processos, assim como, a estimativa para a produção de um quilo de banana-passa são mostrados na Tabela 4.

Tabela 4. Peso do fruto *in natura* de banana, com e sem casca e rendimento de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Amazonas

Tratamentos	Frutos <i>in natura</i>		Produto	Rendimento (%)	Quantidade (g)	
	c/casca	s/casca (g)			Rendimento em 1kg de banana	Para 1kg de banana-passa
CSDO	2193,92	1714	562	25,62	0,256	3,904
SSDO	1994,24	1558	428	21,46	0,215	4,659
CCDO	1858,56	1452	620	33,36	0,334	2,998
SCDO	1374,72	1074	346	25,17	0,252	3,973

Controle com (CCDO) e sem desidratação osmótica (CSDO), sulfitação com (SCDO) e sem desidratação osmótica (SSDO).

O CCDO seguido do CSDO e SCDO teve o maior rendimento de banana-passa no final do processo, devido à incorporação de açúcar e ao xarope aderido na superfície da banana-passa aos com desidratação osmótica e a não imersão dos CSDO e CCDO na solução de metabissulfito de sódio, diferente dos SSDO e SCDO que perderam solutos para a solução, menos concentrada. O rendimento da banana-passa produzida com desidratação osmótica foi maior que os encontrados por Jesus et al. (2005) para a Fhia 18, de  $28,9 \pm 0,14\%$ .

Assim, o açúcar incorporado na desidratação osmótica foi menor que o soluto perdido na solução de metabissulfito de sódio para SCDO. Para os cálculos da quantidade necessária de banana para um quilograma de banana-passa levou-se em consideração o rendimento final do processo de produção da banana-passa.

Neste sentido a quantidade necessária de banana para a produção de banana-passa é inversamente proporcional ao rendimento, assim o CCDO é o processo que precisa da menor quantidade de banana para a produção de um quilograma de banana-passa, seguido pelo CSDO, cuja desidratação osmótica aumenta o rendimento da banana-passa quando não combinada com a sulfitação.

Os valores de custo de produção foram calculados de acordo com os parâmetros e valores descritos na Tabela 5.

Tabela 5. Influência do branqueamento e da desidratação osmótica no custo de produção de banana-passa obtida da cv Thap maeo

Componentes	Valor unitário (R\$)	Quantidade				Custo (R\$)			
		CSDO	SSDO	CSDO	SCDO	CSDO	SSDO	CCDO	SCDO
Banana cv. Thap maeo (kg)	2,00	3,904	4,659	2,998	3,973	7,81	9,32	6,00	7,95
Água (L)	0,25	-	4,30	2,77	3,67	-	1,08	0,69	0,92
Gás (h)	32,00	-	0,015	-	0,015	-	0,47	-	0,47
Açúcar (Kg) 65° Brix	1,00	-	-	5,14	6,81	-	-	5,14	6,81
Energia elétrica (kW/h)	0,37	38	36	34	34	0,46	0,44	0,41	0,41
Metabissulfito (g)	0,02		0,9		0,8		0,00068	-	0,00058
<b>custo total</b>						<b>8,27</b>	<b>11,30</b>	<b>12,24</b>	<b>16,56</b>

Controle com (CCDO) e sem desidratação osmótica (CSDO), sulfitação com (SCDO) e sem desidratação osmótica (SSDO).

O CSDO teve o menor custo de produção. A desidratação osmótica aumentou o custo em R\$ 3,97 no controle e R\$ 5,26 na sulfitação. O custo maior dos com desidratação osmótica foi devido ao açúcar calculado para o xarope em função de rendimento. Quanto menor o rendimento mais açúcar é necessário.

Para a produção de 1kg de banana-passa, a sulfitação aumentou o custo em R\$ 3,03 sem a desidratação osmótica e R\$ 4,32 com desidratação osmótica. A quantidade necessária para a produção da banana-passa com desidratação osmótica é menor do que sem a desidratação osmótica. A sulfitação influenciou menos o preço do produto em comparação à desidratação osmótica, no custo final. A desidratação osmótica aumenta o custo mais por causa do xarope que mais agrega valor ao produto por ser mais doce.

O custo de produção dos processos com sulfitação foi maior em relação aos sem sulfitação, devido ao baixo rendimento do produto resultante da menor quantidade de açúcar incorporado pela imersão em água do processo, requerendo assim, maior quantidade de matéria prima, sendo um fator limitante para a formação do custo total do processo.

Levando-se em consideração que o custo de produção do CCDO e SCDO (Tabela 5) não foi muito elevado em relação ao CSDO e SSDO, e que o processo de desidratação osmótica melhora a aparência, textura, características físico-químicas, concluí-se que a adoção da desidratação osmótica é uma alternativa para maiores lucros com agregação de valor ao produto.

Mesmo com os custos de produção da banana-passa sendo maiores com a

desidratação osmótica, este tratamento serve como uma ferramenta para agregação de valor, e que a produção de banana-passa sem a sulfitação e com desidratação osmótica é viável economicamente, surgindo como estratégia para a conservação e agregação de valor da cv.. Thap maeo, servindo de base para os Arranjos produtivos locais - APL's no Amazonas.

Os melhores tratamentos foram os com desidratação osmótica para os parâmetros analisados (Santos et al.,2007). O tratamento CCDO propiciou menor textura e juntamente com o SCDO menor atividade de água. Enquanto o SCDO propiciou maior teor de matéria seca e a melhor coloração. O custo de produção teve melhores resultados nos tratamentos sem sulfitação.

#### **6.4 CONCLUSÃO**

O tratamento CCDO propiciou textura com maior maciez e juntamente com o SCDO menor atividade de água, enquanto o SCDO propiciou maior teor de matéria seca e a melhor coloração. Os melhores tratamentos foram os com desidratação osmótica. A desidratação osmótica aumenta o custo por causa do xarope, entretanto propicia produto mais doce e aumenta o rendimento.

## 7 CAPÍTULO IV

### **Efeito da combinação de ácidos ascórbico e cítrico na prevenção do escurecimento e da desidratação osmótica nas características físico-químicas e custo de produção de banana-passa da cv.. Thap maeo produzida no Estado do Amazonas**

#### **7.1 INTRODUÇÃO**

A cv. Thap maeo foi escolhida para o processamento entre as recomendadas pela Embrapa e distribuídas pelo Idam, por ter sido identificada por Leite et al. (2003b), como sendo produtiva e resistente a pragas e doenças, com frutos de qualidade, e que pudessem substituir com vantagens as cultivares, mostrando-se promissora para a recomendação para produtores, garantindo assim a sustentabilidade do agronegócio da banana, além de ter boas características físico-químicas em relação aos outros cultivares, com menor teor de umidade, maior teor de sólidos solúveis totais e açúcares totais.

Uma alternativa para a melhor aparência da banana-passa, que geralmente possui cor escura, é o uso combinado de mecanismos que evitem o escurecimento e realcem a cor da banana-passa como os ácidos orgânicos e açúcares (Cabral & Alvim, 1981; Araújo, 1985)

O método mais utilizado para a redução da atividade de água é desidratação osmótica, que é um processo químico de origem inorgânica. A presença do açúcar aumenta a pressão osmótica do meio, criando assim condições desfavoráveis para o crescimento e reprodução de microrganismos, conseqüentemente irá ocorrer uma

diminuição da atividade de água. Pela transferência simultânea de massa em contracorrente entre o produto e a solução, grande proporção de água do produto passa à solução, mas ao mesmo tempo há a transferência de solutos desta ao produto (Ordóñez et al., 2005), ocorrendo dois fluxos de massa simultâneos: um fluxo de água do alimento para a solução e uma transferência simultânea de soluto da solução para o alimento (Lima et al., 2004).

A combinação de desidratação osmótica com a desidratação em estufa resulta em melhores características dos alimentos, tanto sensoriais quanto nutricionais, em relação a alimentos desidratados sem tratamento prévio (Brandão et al., 2003). A perda de solutos próprios dos alimentos (açúcares, ácidos orgânicos, minerais, vitaminas, etc.), é menos importante que as transferências indicadas antes, ainda que modifiquem a composição final do produto.

As mudanças na coloração são acentuadas durante a preparação para o processamento e desidratação. A cor do produto pode ser mascarada pela formação de pigmentos escuros que ocasionam um produto menos atrativo. Usualmente o escurecimento é acompanhado por transformação indesejável no sabor, odor e valor nutritivo (Joslyn & Ponting, 1951; Galeazzi, 1978).

O pré-tratamento visa prevenir a reação enzimática que causa o escurecimento, a perda de sabor e propriedades alimentícias que têm nas partes externas expostas ao contato com oxigênio e também protegê-las contra a deterioração durante o período de armazenamento.

Entre os métodos de pré-tratamento está a combinação de ácidos ascórbico e cítrico mediante a imersão em solução aquosa por tempo determinado. Desta maneira, na metodologia adotada sugere-se a imersão das frutas na solução por alguns minutos, antes da desidratação.

Segundo Mota (2005) o emprego de pré-tratamento com solução antioxidante permite a elaboração de produtos desidratados padronizados, com coloração uniforme, estes que mantêm as características naturais da fruta, além de ser um processo de fácil aplicação, rápido e relativamente barato levando-se em conta o custo total do processo de desidratação. Os ácidos orgânicos, como o ácido cítrico, são empregados com a finalidade de promover acidificação do meio, de maneira a impedir ou retardar a multiplicação de microorganismos, até que um outro processo

de conservação propriamente dito comece a atuar.

Apesar de resistentes a doenças e com qualidades tecnológicas, a falta de aceitação dessas cultivares *in natura* e de tecnologia de processamento é um entrave para a bananicultura. Justifica-se então o desenvolvimento e utilização de tecnologias como estratégias para conservação e agregação de valor para a cv. Thap maeo, servindo de base para os Arranjos Produtivos Locais - APL's no Amazonas.

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito dos ácidos cítrico e ascórbico e da desidratação osmótica nas características físico-químicas, textura, atividade de água e valor nutritivo da banana-passa, assim como, estimar o custo de produção da banana-passa obtida da cv.. Thap maeo produzida no Amazonas.

## **7.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **7.2.1 Obtenção da matéria-prima**

A matéria-prima foi obtida de acordo com o item 4.2.1 e após a caracterização química do fruto *in natura* (capítulo 1), parte dos demais frutos foi utilizada no experimento seguinte.

### **7.2.2 Processamento da banana-passa**

A amostragem, lavagem, sanitização, nova lavagem, descascamento e corte das extremidades dos frutos, bem como o processamento da banana passa (item 5.2.2) do capítulo II e anexo 1 foram avaliados métodos de prevenção de escurecimento enzimático (combinação de ácido ascórbico e ácido cítrico) e o controle, assim como, os processos de remoção de água em estufa (precedida ou não de desidratação osmótica).

#### **7.2.2.1 Ácidos ascórbico e cítrico**

Os frutos foram rapidamente acondicionados em cestos e o a tratamento com o ácido ascórbico e o cítrico foi realizado segundo descrição de Jesus et.al (2005). Os frutos foram colocados em cestos e imersos em solução com 0,25% de ácido ascórbico e 0,30% de ácido cítrico por 5 minutos, empregando-se 1L de solução para 1,5 kg de banana descascada. Os tratamentos foram codificados em ácidos com (ACDO) e sem desidratação osmótica (ASDO).

#### **7.2.2.2 Desidratação osmótica e em estufa**

O processo de remoção da água, acondicionamento e armazenamento foram realizados de acordo com o item 5.2.2.2 do capítulo II.

### **7.2.3 Avaliação da banana-passa**

As bananas-passa foram acondicionadas em sacos plásticos de média densidade, armazenados em temperatura ambiente, em local seco e arejado. As análises realizadas estão descritas: Caracterização físico-química da banana-passa (Item 5.2.3.2) do capítulo II, Curva de secagem (Item 5.2.3.1), Atividade de água (Item 5.2.3.3), Coloração (Item 5.2.3.4), Textura (Item 5.2.3.5), Rendimento e custo



de produção da banana-passa (Item 5.2.3.6) do capítulo II.

#### **7.2.4 Delineamento experimental e análise estatística**

O delineamento experimental das análises em laboratório foi em esquema fatorial com dois tratamentos de inibição de escurecimento (controle e ácidos) e dois tipos de desidratação (controle e desidratação osmótica) e três repetições. Para a comparação das médias foram realizadas as análises de variância com teste F e o teste Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa ASSISTAT 2007 (Silva & Azevedo, 2006).

### 7.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na curva de secagem na Figura 1, observa-se que os tratamentos com desidratação osmótica tiveram uma perda de peso inicial mais rápida nas primeiras oito horas (CCDO e ACDO) e nas nove primeiras (CSDO e ASDO), por terem mais facilidade na perda de água causada pelo resíduo de xarope na sua superfície que também contém água e por manter uma umidade superficial maior que a interna, facilitando a perda de água nas primeiras horas.

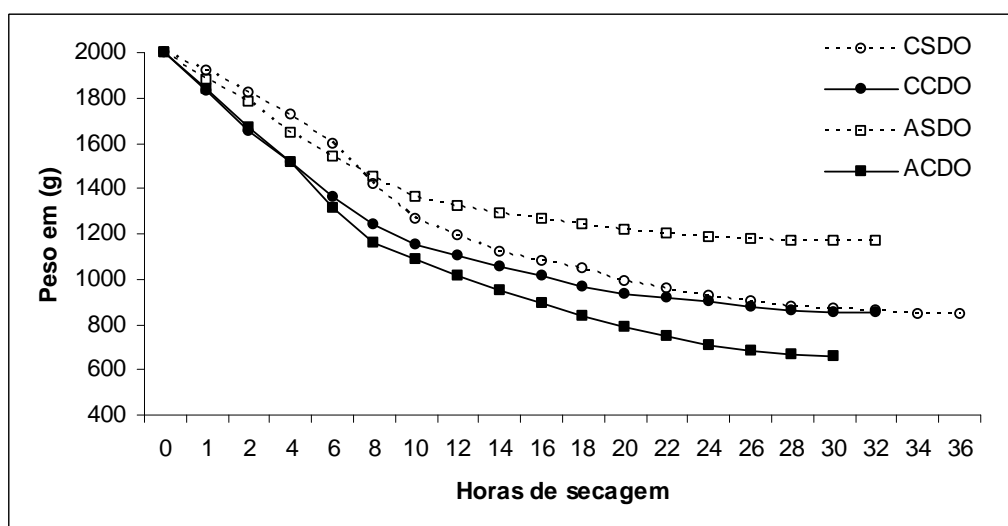


Figura 1. Curva de secagem de bananas-passa da cv.. Thap maeo.  cidos ascórbico e cítrico com (ACDO) e sem desidrata o osmótica (ASDO), controle com (CCDO) e sem desidrata o osmótica (CSDO)

O peso do ACDO estabilizou às 30 horas de secagem enquanto que os CCDO e ASDO às 32 horas e o CSDO às 36 horas, tendo os tratamentos com desidrata o osmótica, maiores valores de matéria seca. No processo da secagem o ar conduz calor ao alimento, provocando evapora o da água, sendo também o veículo no transporte do vapor úmido liberado no alimento.

Vários autores têm estudado os processos de desidrata o em bananas como Sousa et al. (2003d) que avaliaram as curvas de secagem até atingir valores de atividade de água inferiores a 0,8, com tempo de secagem de 14 horas. O tempo de secagem foi maior por ter sido utilizada a metodologia de secagem até peso constante, para assegurar a menor atividade de água possível (Tabela 1).

A desidratação osmótica influenciou no peso final do produto quando em conjunto com a adição dos ácidos (ACDO), causada pela concentração dos ácidos na solução e este ter ficado aderido à superfície do produto, sendo a perda de água inicial também influenciada pela prevenção do escurecimento. O ASDO manteve uma estabilidade na perda de peso após as nove horas de secagem, com o maior peso final.

Nos CCDO e ACDO, o peso final foi influenciado pelo xarope que ficou aderido na superfície da banana desidratada com o teor de matéria seca maior. Isto é mostrado pelos valores de teor de umidade (Tabela 3) e atividade de água (Tabela 1), que foram menores que nos outros tratamentos.

Tabela 1. Matéria seca, atividade de água e textura de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Amazonas

		<b>Matéria seca</b>		
		<b>Prevenção de escurecimento</b>		
		<b>Controle</b>	<b>Ácidos</b>	<b>Média</b>
<b>Desidratação</b>	<b>SDO</b>	76,66±0,22 <sup>Aa</sup>	77,97 <sup>Aa</sup>	77,32 <sup>B</sup>
	<b>CDO</b>	79,90±0,48 <sup>Aa</sup>	80,27 <sup>Aa</sup>	80,09 <sup>A</sup>
	<b>Média</b>	78,28 <sup>b</sup>	79,1 <sup>3a</sup>	
		<b>Atividade de água</b>		
		<b>Prevenção de escurecimento</b>		
		<b>Controle</b>	<b>Ácidos</b>	<b>Média</b>
<b>Desidratação</b>	<b>SDO</b>	0,64±0,01 <sup>Aa</sup>	0,61 <sup>Ab</sup>	0,62 <sup>A</sup>
	<b>CDO</b>	0,58 <sup>Ba</sup>	0,57 <sup>Ba</sup>	0,58 <sup>B</sup>
	<b>Média</b>	0,61 <sup>a</sup>	0,59 <sup>b</sup>	
		<b>Textura</b>		
		<b>Prevenção de escurecimento</b>		
		<b>Controle</b>	<b>Ácidos</b>	<b>Média</b>
<b>Desidratação</b>	<b>SDO</b>	2,38±0,65 <sup>Ba</sup>	3,86 <sup>Aa</sup>	3,12 <sup>A</sup>
	<b>CDO</b>	1,44±0,18 <sup>Bb</sup>	2,93 <sup>Ab</sup>	2,19 <sup>B</sup>
	<b>Média</b>	1,91 <sup>b</sup>	3,90 <sup>a</sup>	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha (a, b), não diferem entre si na prevenção de escurecimento. E com a mesma letra maiúscula na coluna (A, B), não diferem entre si nos processos de secagem (SDO – sem desidratação osmótica, CDO – com desidratação osmótica), ( $p \leq 0,01$ ).

Houve diferença significativa no teor de matéria seca em rela o ao tipo de preven o de escurecimento, sendo o que os CCDO e ACDO tiveram menores valores em rela o aos demais tratamentos, e também em rela o aos processos de secagem. Isso foi devido ao xarope aderido   superfície do produto e pela incorpora o do a u ar na desidrata o osmótica, havendo aumento de peso mesmo levando-se em considera o que o produto perdeu água para a soluço.

Houve diferença significativa na atividade de água em relação ao tipo de prevenção de escurecimento no ASDO, e também em relação aos processos de secagem. A  $a_w$  teve influencia direta dos processos de secagem, que com desidratação osmótica, tiveram valores menores.

O CSDO proporcionou maior atividade de água em relação aos demais tratamentos, ainda assim todos os tratamentos ficaram na faixa permitida para frutos desidratados (0,50-0,70). Os valores de atividade de água foram menores que os encontrados por Sousa et al. (2003a) de 0,72.

A presença do açúcar diminui a atividade de água, aumenta a pressão osmótica do meio criando assim condições desfavoráveis para o crescimento e reprodução da maioria das espécies de bactérias, leveduras e mofo. A textura variou com os tratamentos pela relação direta com a porcentagem de umidade (Tabela 3). A textura foi influenciada pela desidratação osmótica que ocasionou produtos mais macios, com valores inferiores de textura nos CCDO e SCDO. Houve diferença significativa na textura em relação ao tipo de prevenção de escurecimento. Estes dados de matéria seca, atividade de água e textura foram apresentados por Santos et al. (2007).

A prevenção do escurecimento com adição de ácidos ascórbico e cítrico e a desidratação osmótica influenciaram na coloração do produto final (Figura 2).

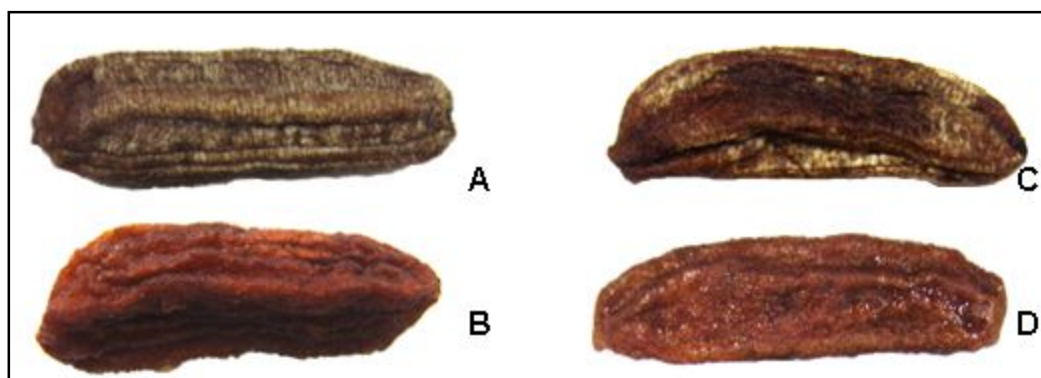


Figura 2. Aspecto de bananas-passa da cv. Thap maeo produzidas no Estado do Amazonas. Controle sem desidratação osmótica - CSDO(A), ácidos sem desidratação osmótica- ASDO(B), controle com desidratação osmótica - CCDO(C) e ácidos com desidratação osmótica - ACDO(D).

Na Tabela 2 nota-se o efeito da desidratação osmótica dos ácidos ascórbico e cítrico sobre a coloração de banana-passa para os valores de intensidade de Luminosidade (L), (a) e (b).

Tabela 2. Coloração de banana-passa obtida da cv. Thap maeo produzida no Amazonas

		<b>Coloração L*</b>		
		<b>Prevenção de escurecimento</b>		
		<b>Controle</b>	<b>Ácidos</b>	<b>Média</b>
<b>Desidratação</b>	<b>SDO</b>	22,18±0,1 <sup>Aa</sup>	25,14 <sup>Aa</sup>	23,66 <sup>A</sup>
	<b>CDO</b>	20,66±0,5 <sup>Aa</sup>	23,86 <sup>Aa</sup>	22,26 <sup>B</sup>
	<b>Média</b>	21,42 <sup>a</sup>	24,51 <sup>b</sup>	
		<b>Coloração a*</b>		
		<b>Prevenção de escurecimento</b>		
		<b>Controle</b>	<b>Ácidos</b>	<b>Média</b>
<b>Desidratação</b>	<b>SDO</b>	6,44±0,3 <sup>Aa</sup>	7,58 <sup>Aa</sup>	7,01 <sup>A</sup>
	<b>CDO</b>	5,50±0,19 <sup>Aa</sup>	6,77 <sup>Aa</sup>	6,14 <sup>B</sup>
	<b>Média</b>	5,97 <sup>b</sup>	7,18 <sup>a</sup>	
		<b>Coloração b*</b>		
		<b>Prevenção de escurecimento</b>		
		<b>Controle</b>	<b>Ácidos</b>	<b>Média</b>
<b>Desidratação</b>	<b>SDO</b>	4,28±0,28	3,78	4,03 <sup>B</sup>
	<b>CDO</b>	6,53±0,44	6,33	6,43 <sup>A</sup>
	<b>Média</b>	5,41 <sup>a</sup>	5,16 <sup>a</sup>	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha (a, b), não diferem entre si na prevenção de escurecimento. E com a mesma letra maiúscula na coluna (A, B), não diferem entre si nos processos de secagem (SDO – sem desidratação osmótica, CDO – com desidratação osmótica), ( $p \leq 0,01$ ).

Houve diferença significativa na coloração em relação ao tipo de prevenção de escurecimento, tendo os ASDO e ACDO com coloração mais clara (L\*) e também em relação aos processos de secagem. Os ácidos influenciaram na coloração da banana-passa proporcionando uma coloração mais clara, mesmo com a desidratação osmótica. Assim, quanto menor o valor de L\* mais escura é a coloração do produto.

Ao analisar os produtos desidratados foi verificado que a luminosidade L\* e cromaticidades a\* e b\* diferiram entre os tratamentos ao ( $p \leq 0,01$ ), havendo variação de cromaticidade demonstrando que a desidratação osmótica e os ácidos ascórbico e cítrico favorecem na coloração, sendo atributos cromáticos.

Houve diferença significativa na coloração em relação ao tipo de prevenção de escurecimento, tendo os ASDO e SCDO com coloração mais clara (L\*) e também em CCDO e ACDO em relação aos processos de secagem. A adição de ácidos influenciou a banana-passa, proporcionando uma coloração mais clara, mesmo com a desidratação osmótica, quanto menor o valor de L\* mais escura é a coloração do produto.

Quando analisada a cromaticidade  $a^*$  e  $b^*$ , houve diferença significativa na coloração em relação ao tipo de prevenção de escurecimento e em relação aos processos de secagem entre os tratamentos, os ASDO e ACDO maiores valores de  $a^*$  tendendo mais para o vermelho, e ACDO e CCDO com maiores valores de  $b^*$  tendendo mais para o amarelo, essa coloração se deve ao xarope aderido em sua superfície. O ASDO e ACDO propiciaram melhores colorações havendo diferenças colorimétricas em relação ao controle (Tabela 3). O desvio entre as leituras foram insignificantes neste caso, concordando com Mota (2005), em relação ao tratamento ACDO. Estes dados de coloração  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  foram apresentados em Santos et al. (2007).

A composição química e físico-química do fruto *in natura* e das bananas-passa da cv. Thap maeo produzidas com prevenção de escurecimento e por processos de secagem, está disposta na Tabela 3.

Tabela 3. Características químicas e físico-químicas de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Amazonas

Determinação	Banana-passa			
	CSDO	ASDO	CCDO	ACDO
pH	4,47±0,01	4,38	4,18±0,03	4,55±0,03
Acidez (% de ácido málico)	0,155	0,168	0,112	0,126
Fenólicos em água (mg/100g)	1,929±0,012	2,100±0,003	1,846±0,003	1,786±0,008
Fenólicos em metanol 50% (mg/100g)	1,707±0,004	1,278±0,001	1,343±0,001	1,463±0,004
Fenólicos em metanol (mg/100g)	1,269	0,808±0,001	0,997±0,001	0,623±0,001
Umidade (%)	23,34±0,22	22,28±0,43	20,10±0,85	19,72±0,24
Proteínas (mg/100g)	2,79±0,13	2,2,95±0,08	2,85±0,06	2,98±0,01
Lipídios (mg/100g)	0,31	0,31	0,30	0,31
Cinzas (mg/100g)	0,39±0,0014	0,39±0,0029	0,40±0,0029	0,40±0,0029

Ácidos ascórbico e cítrico com (ACDO) e sem desidratação osmótica (ASDO), controle com (CCDO) e sem desidratação osmótica (CSDO).

Os valores de pH variaram pouco, em torno de 0,5 entre os tratamentos, sendo menores nos com desidratação osmótica e em relação ao fruto *in natura*. e valores menores de pH da banana-passa em comparação com os encontrados para a Fhia 18 por Jesus et al. (2005), de 4,5±0,02, exceto o ACDO, por Mota (2005) em banana prata, de 4,6 e valores médios aos encontrados por Melo & Vilas Boas (2006) no fruto *in natura*.

A acidez em porcentagem de ácido málico variou devido ao tipo de desidratação, sendo a acidez menor nos tratamentos com a desidratação osmótica CCDO e ACDO, em torno de 0,01, cujo teor foi alto devido a adição dos ácidos ascórbico e cítrico, foram menores que os encontrados em Jesus et al. (2005) na

Fhia 18, de  $1,22 \pm 0,03$ , por Melo & Vilas Boas (2006) no fruto *in natura* e por Mota (2005).

A porcentagem de umidade variou em função da desidratação osmótica, pois houve uma menor umidade residual no final do processo de produção da banana-passa com esse tratamento. Não houve variação significativa entre os tratamentos com e sem a sulfitação, mas foram maiores nos controles. As bananas-passa ficaram com umidade  $\pm 72,1\%$  (sem desidratação osmótica) e  $75,7\%$  (com desidratação osmótica) menores em relação ao fruto *in natura*.

As bananas-passa apresentaram teores de umidade com variação de  $19,72\%$  a  $23,34\%$ , faixa que se encontra dentro do limite estabelecido pela Legislação Brasileira que é de, no máximo,  $25\%$  de umidade para frutas desidratadas (ANVISA, 2002).

Segundo Andrade et al. (1980), no caso de frutos, a maior parte de seu conteúdo de água existe em solução de açúcares, sais, proteínas e compostos orgânicos mantida em compartimentos celulares.

Os dados de umidade do fruto *in natura* (capítulo I) e da banana-passa foram maiores que os encontrados em Sousa et al. (2003a), em estudo da influência da concentração e da proporção fruto em relação ao xarope na desidratação osmótica de bananas processadas encontrou no fruto *in natura* e no final da secagem de umidade  $67,60\%$  e  $19,41\%$ , respectivamente.

A banana-passa teve valores menores de teor de umidade em comparação com os encontrados para a Fhia 18 por Jesus et al. (2005), de  $20,10 \pm 0,85\%$ , Sousa et al. (2003b) de  $23,73\%$  e Mota (2005) de  $23,89\%$ .

Os lipídeos variaram muito pouco em relação aos tratamentos, mas ficaram mais concentrados nas bananas-passa sem a desidratação osmótica. As cinzas não variaram entre os tratamentos, mas ficaram mais concentradas nas bananas-passa do que no fruto *in natura* juntamente com os outros componentes. Os compostos fenólicos tiveram maiores valores quando extraídos em água, seguido pela extração com metanol  $50\%$ , devido aos compostos fenólicos serem monoméricos e terem maior afinidade com a água.

Tabela 4. Peso do fruto *in natura* de banana, com e sem casca e rendimento de banana-passa da cv. Thap maeo produzida no Amazonas

Tratamentos	Frutos <i>in natura</i>			Rendimento (%)	Quantidade (g)	
	c/casca	s/casca	Produto		Rendimento em 1kg de banana	Para 1kg de banana-passa
CSDO	2193,92	1714	562	25,62	0,256	3,904
ASDO	1459,20	1140	306	20,97	0,210	4,769
CCDO	1858,56	1452	620	33,36	0,334	2,998
ACDO	1809,92	1414	466	25,75	0,257	3,884

\*Peso sem casca mais 28% do peso total referente ao peso da casca.

Ácidos ascórbico e cítrico com (ACDO) e sem desidratação osmótica (ASDO), controle com (CCDO) e sem desidratação osmótica (CSDO).

O CCDO, seguido do ACDO e CSDO, teve o maior rendimento no final do processo, devido à incorporação de açúcar e ao xarope aderido na superfície da banana-passa aos com desidratação osmótica e a não imersão dos CSDO e CCDO na solução de ácidos, diferente dos ASDO e ACDO que perderam solutos para a solução ácida, menos concentrada. Assim, o açúcar incorporado na desidratação osmótica foi menor que o soluto perdido na solução de ácidos ascórbico e cítrico para ACDO. O rendimento da banana-passa produzida com desidratação osmótica foi maior que os encontrados por Jesus et al. (2005) para a cv. Fhia 18, de  $28,9 \pm 0,14\%$ .

Para os cálculos da quantidade necessária de banana para um quilograma de banana-passa levou-se em consideração o rendimento final do processo de produção da banana-passa. Neste sentido a quantidade necessária de banana para a produção de banana-passa é inversamente proporcional ao rendimento, assim o CCDO é o processo que precisa da menor quantidade de banana para a produção de um quilograma de banana-passa, seguido pelo ASDO. Neste sentido a desidratação osmótica aumenta o rendimento da banana-passa quando não combinada com a adição de ácidos, mais ainda é maior que quando não comparada sem a desidratação osmótica.

Os valores de custo de produção foram calculados de acordo com os parâmetros e valores descritos na Tabela 5.



Tabela 5. Influência do branqueamento e da desidratação osmótica no custo de produção de banana-passa obtida da cv. Thap maeo

Componentes	Valor unitário (R\$)	Quantidade				Custo (R\$)			
		CSDO	ASDO	CSDO	ACDO	CSDO	ASDO	CCDO	ACDO
Banana cv. Thap maeo (kg)	2,00	3,904	4,769	2,998	3,884	7,81	9,54	6,00	7,77
Água (L)	0,25	-	4,40	2,77	3,58	-	1,10	0,69	0,90
Gás (h)	32,00	-	0,015	-	0,015	-	0,47	-	0,47
Açúcar (Kg) 65º Brix	1,00	-	-	5,14	6,66	-	-	5,14	6,66
Energia elétrica (kW/h)	0,37	38	36	34	34	0,46	0,44	0,41	0,41
Ácido ascórbico (500g)	0,08		17,88		14,56		1,38		1,12
Ácido cítrico (500g)	0,05		21,46		17,48		1,03		0,84
<b>custo total</b>						<b>8,27</b>	<b>13,95</b>	<b>12,24</b>	<b>18,16</b>

Ácidos ascórbico e cítrico com (ACDO) e sem desidratação osmótica (ASDO), controle com (CCDO) e sem desidratação osmótica (CSDO).

O CSDO teve o menor custo de produção. A desidratação osmótica aumentou o custo em R\$ 3,97 no controle e R\$ 4,21 com ácidos. O custo maior dos com desidratação osmótica foi devido ao açúcar calculado para o xarope em função de rendimento. Quanto menor o rendimento mais açúcar é necessário.

Para a produção de 1kg de banana-passa, a adição de ácidos aumentou o custo em R\$ 5,68 sem a desidratação osmótica e R\$ 5,86 com desidratação osmótica. A quantidade necessária para a produção da banana-passa com desidratação osmótica é menor do que sem a desidratação osmótica. A adição de ácidos influenciou mais no preço final do produto em comparação à desidratação osmótica. A desidratação osmótica aumenta o custo por causa do xarope, mas agrega valor ao produto por ser mais doce.

O custo de produção dos processos com ácidos foi maior em relação aos sem o tratamento com ácidos, devido a quantidade de ácidos necessária para a solução. O alto rendimento com desidratação osmótica foi devido a maior quantidade de açúcar incorporado do xarope, requerendo assim, menor quantidade de matéria prima. A quantidade de ácidos é proporcional à quantidade de banana. Como os processos com ácidos tiveram os menores rendimentos, foi necessária maior quantidade de banana, sendo um fator limitante para a formação do custo total do processo juntamente com os ácidos.

Neste caso ao contrário do afirmado por Mota (2005), adição de ácidos encarece o produto, mas agrega valor juntamente com a desidratação osmótica que melhoram a aparência, textura, características físico-químicas. Conclui-se que a

adoção da desidratação osmótica é uma alternativa para maiores lucros com agregação de valor ao produto, mas é questionável quando combinada com a adição de ácidos, a não ser que tenha um bom retorno financeiro.

Mesmo com os custos de produção da banana-passa sendo maiores, com a desidratação osmótica, este tratamento serve como uma ferramenta para agregação de valor, e que a produção de banana-passa sem a adição de ácidos e com desidratação osmótica é viável economicamente, surge como estratégia para conservação e agregação de valor para a cv. Thap maeo, servindo de base para os Arranjos produtivos locais - APL's no Amazonas.

Os melhores tratamentos foram os com desidratação osmótica para os parâmetros analisados (Santos et al., 2007). O tratamento CCDO propiciou menor textura e juntamente com o ACDO menor atividade de água. Enquanto o SCDO propiciou maior teor de matéria seca e a melhor coloração. O custo de produção teve melhores resultados nos sem adição de ácidos.

#### **7.4 CONCLUSÕES**

O tratamento CCDO propiciou menor valor de textura e juntamente com o ACDO menor atividade de água. O SCDO propiciou maior teor de matéria seca e a melhor coloração.

O custo de produção teve melhores resultados nos tratamentos sem adição de ácidos, porém, juntamente com a desidratação osmótica, melhora a aparência, textura, características físico-químicas.

A desidratação osmótica aumenta o custo pelo uso do xarope mas agrega valor ao produto por ser mais doce, e aumenta o rendimento.

## 8 CONCLUSÕES GERAIS

Os valores de pesos dos frutos sem casca retratam frutos relativamente pesados, podendo ser devido a adubação e práticas culturais. Os frutos foram classificados como médios pertencentes às classes 12 e 15, por obter comprimento do fruto maior que 12 e menor que 18. Os valores de rendimento de polpa dos frutos mantiveram uma tendência em torno da média de 72,17%

O branqueamento, sulfitação e adição de ácidos, juntamente com a desidratação osmótica foram os melhores tratamentos e contribuíram para a qualidade da banana-passa da cv. Thap maeo, propiciando melhor aparência, coloração e textura, teor de matéria seca, características físico-químicas, menor atividade de água e maior rendimento.

Os tratamentos que obtiveram os menores custos foram CSDO, BSDO, SSDO e BCDO. O custo de produção foi maior em todos os tratamentos com desidratação osmótica, exceto o branqueamento, que obteve praticamente o mesmo custo do BSDO, sendo recomendado então o BCDO para a produção de banana-passa da cv. Thap maeo, contribuindo com a qualidade, sendo uma alternativa para agregação de valor.

O tratamento com ácidos aumentou o custo de produção juntamente com a desidratação osmótica, mas como agregam valor, são viáveis principalmente se houver retorno financeiro.

A produção de banana-passa com branqueamento com e sem a desidratação osmótica, sem a sulfitação e com desidratação osmótica, e sem a adição de ácidos com desidratação osmótica são viáveis técnica e economicamente. Estes processos surgem como estratégias para conservação e agregação de valor para a cv. Thap maeo, servindo de base para os Arranjos produtivos locais - APL's no Amazonas.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 1978. Resolução CNNPA 12. (<[http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12\\_78\\_frutassecas](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78_frutassecas)) Acesso em: 20/09/2007.
- Aguiar, D.C.T. de. 2006. *Avaliação da produção dos hortifrutes no Estado do Amazonas*. Centro Universitário Nilton Lins, Amazonas. Monografia de graduação. 45p.
- Alves, E.J.A. 1999. *Cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais*. Embrapa. Brasília, p. 585 p. il.
- Amadori, R. 2001. *Maior controle na produção de banana*. Gazeta mercantil, Belém (PA), 7/05, p.4.
- Andrade, J.S.; Carvalho, V.D.; Castro - Gómez, R.; Cal -Vidal, J. 1980. Cinética da desidratação ambiental de banana-prata (musa sp.l) em diversas fases de amadurecimento. *Revista brasileira de tecnologia*, 11:23-34.
- Apg II. 2003. An update of the *Angiosperm Phylogeny Group* classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 141:399-436.
- Araújo, J.M.A. 1985. *Escurecimento enzimático em alimentos: aspectos químicos e controle*. Ceres: Piracicaba, 14p.
- Azeredo, H.; Jardine, J.G. 2000. Desidratação osmótica de abacaxi aplicada a tecnologia de métodos combinados. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* Campinas, 20(1).
- Barbosa, J.J. 1976. *Introdução à tecnologia de alimentos*. Livraria Kosmos S.A. Rio de Janeiro. 118p.
- Barbosa-Cánovas, G.V.; Veja-Mercado, H. 2000. *Deshidratacion del alimentos*. Acrubia. Zaragoza. Espana. 297p.
- Barros, E.M.; Pizzol, S.J.S. de. 2001. *Fruticultura: Comércio Internacional de Banana*. Preços agrícolas, maio/julho.

- Batalha, M.O. 2001. *Gestão agroindustrial*. São Paulo. GEPAl: Grupo de estudos e pesquisas agroindustriais. 2ª ed. Atlas. São Paulo.
- Bezerra, G.A.; Maia, G.A.; Figueiredo, R.W. ; Gomes, A.M.M. ; Souza Filho, M.S.M. 2004. *Influência da redução da atividade de água, adição de conservantes e branqueamento na preservação da polpa de bacuri por métodos combinados*. Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, Curitiba-PR, 22(2):217-232,
- Boudhrioua, N.; Michon C.; Cuvelier G.; Bonazzi, C. 2002. Influence of ripeness and air temperature on changes in banana texture during drying. *Journal of Food Engineering*, 55(2):115-121.
- Brandão, M.C.; Maia, G.; Lima, D.; Parente, E.J.; Campello, C.; Nassu, R.; Feitosa, T.; Sousa, P.H. 2003. Análise físico-química, microbiológica e sensorial de frutos de manga submetidos à desidratação osmótico-solar. *Rev. Bras. Fruticultura*, Jaboticabal-SP, 25(1):38-41.
- Braseq - Boletim técnico informativo. 2006. Entendendo a atividade de água (aa) e sua importância para a qualidade de alimentos e outros produtos em geral. (<http://www.braseq.com.br/laboratorio.php?nav=1>). Acesso em: 04/12/2006.
- Bourgeois, C.M. Aditivos conservantes (antibacterianos, antifúngicos). Cap.8. Parte III. Aditivos de conservación. *In: Multon, J.L.(Coordenador). Aditivos y auxiliares de fabricación em las industrias agroalimentares. 2º edición, Acríbia, S.A.Zaragoza,Espana,p.175.*
- Cabral, A.C.D.; Alvim, D.D. 1981. Alimentos desidratados: conceitos básicos para embalagem e conservação. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, 18:1-65.
- Carvalho, F.A.L. 1981. *Estudo da Obtenção, acondicionamento e armazenamento de banana passa e banana chips, utilizando-se as cultivares prata e nanicão (Musa sapientum L. E Musa cavendishii Lamb.)*. Dissertação de mestrado. Fortaleza-UFC.
- Carvalho, V.D.; Cardoso, D.A.M. 1980. Industrialização da banana. *Informe Agropecuário*, 63:54-60.

- Clemente, E. 1996. Isolamento, purificação e termoestabilidade da isoperoxidasas do suco de laranja. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 16:1–5.
- Clemente, E., Pastore, G.M. 1998. Peroxidase and polyphenoloxidase: The importance for food technology. *Boletim da SBCTA*, 32:167–171
- Clemente, E., Robinson, D.S. 1995. The thermostability of purified oranges isoperoxidasas. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 38:1109–1118.
- Cliffe, S.; Fawer, M.S.; Maier, G.; Takata, K.; Ritter, G. 1994. Enzyme assays for the Phenolic content of natural juices. *Journal Agricultural food Chemistry*. 42:1824-1828.
- Cordeiro, Z.J.M.; Matos, A.P. de. 2005. Expressão da resistência de cultivares de banana a Sigatoka amarela. *Fitopatol. Bras.* 30(5): p 532-534.
- Cruz, G.A. 1990. *Desidratação de Alimentos: Frutas, vegetais, ervas, temperos, carnes, peixes, nozes, sementes*. Globo, São Paulo. 207p.
- Dandamrongrak, R.; Young, G.; Mason, R. 2002. Evaluation of various pre-treatments for the dehydration of banana and selection of suitable drying models Australia, *Journal of Food Engineering*. 55:139–146
- De Martin, Z.; Travaglini, D.A.; Okada, M.; Quast, D.G.; Hashizume, T. 1985. Processamento III: Produtos, características e utilização. *In: Série frutas tropicais banana*. Campinas, ITAL, 3:197-264.
- Fao statistical database. 2006. *Agricultural production: crops primay: Brazil: bananas*. (<http://apps.fao.org/page/collections>). Acesso em: 02 /04/2007.
- Fellows, P.J. 1994. *Tecnologia del processado de los alimentos: Princípios Y prácticas*. Acríbia S.A, Zaragoza, España, p. 9-15; 287-323.
- Fellows, P.J. 2000. *Processing tecnology: Principles and practice*. Second edition. Woodhead publishing. ed. Aspen Plubishers. p. 41-49
- Galeazzi, M.A.M. 1978. *Extração, purificação e propriedades da polifenolaxidades da banana nanica Musa cavendish L*. Universidade Estadual de campinas, Faculdade de Engenharia de alimentos e agrícola. Tese de Doutorado.

- Gasparotto, L. Pereira, J.C.R.; Pereira, M.C.N. 2002. Manejo integrado de doenças da bananeira. *In: Workshop sobre pragas e doenças de cultivos Amazônicos*, Belém, Anais. Embrapa Amazônia Oriental. 1:35-44.
- Gasparotto, L.; Coelho, A.F.S.; Pereira, M.C.N.; Pereira, J.C.R.; Cordeiro, Z.J.M.; Silva, S.O. 1999. Thap Maeo e caipira: cultivares de bananeira resistente à sigatoka negra para o Estado do Amazonas. *Comunicado técnico*, Embrapa, 2:1-5.
- Gava, A.J. 2002. *Princípios da tecnologia de alimentos*. Nobel. São Paulo. 284p.
- Goldstein, J.L.; Swain, T. 1963. Changes in tannins in ripening fruits. *Phytochemistry*, 2:371-383.
- Hunter, R.S. 1975. *The measurement of appearance*. New York: John Wiley & Sons, p. 348.
- IBGE. 2006. Produção Agrícola Municipal do Estado do Amazonas. (<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=am&tema=lavourapermanente2004&titulo=Lavoura%20permanente%202004%20>). Acesso em: 04/12/2006.
- IBGE. 2004. Produção agrícola. ([ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Producao\\_Agricola\\_Municipal\\_%5Banual%5D/](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Producao_Agricola_Municipal_%5Banual%5D/)). Acesso em: 04/12/2006.
- Instituto Adolfo Lutz. 2007. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. Instituto Adolfo Lutz. São Paulo, 1017p.
- Jesus, S.C. de; Folegatti, M.I.S. Matsura, F.C.A.U.; Cardoso, R.L. 2004. *Caracterização física e química de frutos de diferentes genótipos de bananeira*. *Bragantia*, 63(3):315-323.
- Jesus, S.C. de; Matsura, F.C.A.U.; Folegatti, M.I. da S. Cardoso, R.L. 2005. A Avaliação de banana-passa obtida de frutos de diferentes genótipos de bananeira. *Pesq. Agropec. Bras.* 40(6):573-579.
- Joslyn, M.A.; Ponting, J.D. 1951. *Enzyme catalysed oxidative browning of fruit product*. *ADV. food res.* 3,1.
- Leite, J.B.V; Martins, A.B.G.; Valle, R.R.; Lins, R.D. 2003. Avaliação de quatro cultivares de bananeiras introduzidas no Sul da Bahia. *Agrotrópica*, 15(1):75-78.



- Leite, J.B.V.; Silva, S.O. E; Alves, E.J.; Lins, R.D. ;Jesus, O.N. 2003. Caracteres da planta e do cacho de genótipos de bananeira em quatro ciclos de produção, em Belmonte, *Bahia. Rev. Bras. Fruticultura*, Jaboticabal, São Paulo. 25(3): 443-447.
- Leone, G. 1982. *Custos: planejamento, implantação e controle*. São Paulo, Atlas.
- Lima, A.S.; Figueiredo, R.W.; Sousa Filho, M.S.M.; Maia, G.A. ; Lima, J.R.; Pinto, G.A.S. 2004. Estudo da estabilidade de melão desidratado obtido por desidratação osmótica seguida de secagem em estufa. *Rev. Bras. Fruticultura*, Jaboticabal-SP,26(1):107-109.
- Lima, A.; Figueiredo, R.W.; Maia, G.A.; Lima, J. Souza Neto, M.; Souza, A. 2004. Estudo das variáveis de processo sobre a cinética de desidratação osmótica de melão. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 24(2):282-286.
- Lima, A.S.; Figueiredo, R.W. ; Maia, G.A. ; Lima, J.R. ; Sousa Neto, M.A.; Souza Filho, M.M. 2004. Processo de obtenção de melão desidratado por osmose seguida de secagem em estufa. *Proceedings Of The Interamerican Society For Tropical Horticulture*, Earth, Limon- Costa Rica, 48 (1):13-15.
- Maeda, M.; Loreto, R.L. 1998. Desidratação osmótica de bananas. *Semina: Revista Cultural e Científica*, 19:60-67.
- Manica,I. 1997. *Fruticultura Tropical: Banana*. Cinco Continentes. Porto Alegre. 4, 485p.
- Mapa. 2006. Agricultura brasileira em números. Brasil: Banana-produção, área colhida e rendimento médio-1990 e 2004. Mil toneladas e mil hectares. (<http://www.agricultura.gov.br/> 28/07/2006). Acesso em: 02/10/2006.
- Medina, J.C; Bleinroth, E.W.; Martin, Z.; Travaglini, D.A.; Okada, M.; Quast, D.G.; Hashizumet, T.; Moretti, V.A.; Neto, I.B.; Almeida, I.A.S.B.; Renesto, O.V. 1985. *Série Frutas Tropicais: Banana*. Instituto de Tecnologia de Alimentos ITAL: Campinas. 3, 302pp.
- Melo, A.A.M.; Vilas Boas, E.V.B. 2006. Inibição do escurecimento enzimático de banana maçã minimamente processada. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 26(1).110-115.

- Mota, R.V. 2005. Avaliação da qualidade de banana passa a partir de seis cultivares. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 25(3):560-563.
- Mota, R.V. 2005. Avaliação da qualidade físico-química e aceitabilidade de passa de pêssigo submetida à desidratação osmótica. *Ciênc.Tecnol.Aliment.* 25(1):789-794.
- None, Y.J.; Reynes, M.; Zakhia, N.; Wack, A.L.R.; Giroux, F. 2002. Development of a combined process of dehydration impregnation soaking and drying of bananas. *Journal of Food Engineering*, 55:231-236.
- Ordóñez (organizador) tradução Fátima Murad. 2005. Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos. Porto Alegre: Artmed. vol.1. P. 219, 244-245.
- Pbmh & Pif - Programa Brasileiro para a modernização da horticultura & produção integrada de frutas. 2006. *Normas de classificação de banana*. São Paulo. CEAGESP (documentos 29), 8pp.
- Pereira, J.C.R.; Gasparotto, L. 2001. Sigatoka-negra da bananeira. *In: Simpósio Norte Mineiro Sobre a Cultura da Bananeira*. Nova Porteirinha. Anais. Montes Claros: Unimontes, 1:102-104.
- Pereira, J.C.R.; Gasparotto, Luadir; Coelho, A.F.S.; Vêras, S. de M. 2003. Doenças da Bananeira no Estado do Amazonas (3. Edição Revisada). *Circular técnica 20*, Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM. 12pp.
- Pereira, M.C.N.; Pereira, J.C.R. 2005. Avaliação da vida de prateleira de frutos da cultivar de banana Fhia 18, nas condições de Manaus. Manaus, AM. *Comunicado técnico 30*, 4pp.
- Pereira, M.C.T.; Salomão, L.C.C. Silva, S.O.; Cecon, P.R., Puschmann, R. Jesus, O.N. de; Cerqueira, R.C. 2004. Suscetibilidade à queda natural e caracterização dos frutos de diversos genótipos de bananeiras. *Rev. Bras. Frutic*, 26(3):499-502.
- Ranganna, S. 1986. *Analyses and quality control for fruit and vegetable products*. New Delhi: Products Tata Mc Graw-Hill Pulishing, 1112 pp.

- Ribeiro, José Eduardo L.S. 1999. *Flora da reserva Ducke*: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central. Manaus. INPA, DFID. p.22.
- Santos, N.V.C; Andrade, J.S.; Souza, R.S.; Pereira, M.C.N. 2007. Tecnologia para obtenção de banana-passa da cv. Thap maeo recomendada para o Amazonas: Desidratação osmótica e prevenção do escurecimento. *Anais: Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos*. Campinas, CD rom.
- Silva Filho; L.P., Moreira, A. 2005. Ensacamento de cachos na produção, maturação e qualidade dos frutos de bananeiras cultivadas no Estado do Amazonas. *Acta Amazonica*, 35(4):407-412.
- Silva Filho; L.P. da, Moreira, A. 2005. Ensacamento de cachos na produção, maturação e qualidade dos frutos de bananeiras cultivadas no Estado do Amazonas. *Acta Amazonica*, 35(4):407-412.
- Silva, F.A.S.; Azevedo, C.A.V. 2006. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. *In: World Congress on computers In Agriculture*, 4, Orlando-FL-USA: Anais. Orlando: American Society of Agricultural Engineers. p. 393-396.
- Silva, S.O. 2000. Melhoramento Genético da Bananeira. *in: II Simpósio Brasileiro de Melhoramento de fruteiras*. Viçosa, MG, p.20-48.
- Silva, S.O.; Flores, J.C.O. Lima Neto, F.P. 2002. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira em quatro ciclos de produção. *Pes. Agropec. Bras.*, Brasília, v. 37, n11, p.1567-1574, nov.
- Simão, S. 1998. *Tratado de fruticultura*. Piracicaba: FEALQ. 760p.il.
- Sousa Neto, M.A.; Maia, G.A.; LIMA, J.R.; Figueiredo, R.W.; Souza Filho, M.S.M.; LIMA, A.S. 2005. Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: Avaliação das variáveis de processo. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras-MG, 29 (5):1021-1028.
- Sousa Neto, M.A.; Maia, G.A. ; Lima, J.R. ; Figueiredo, R.W. ; Sousa Filho, M.S.M.; Lima, A.S. 2004. *Cinética de desidratação osmótica da manga*. Publicatio UEPG. *Ciências exatas e da terra, ciências agrárias e engenharias*, Ponta Grossa - PR, 10 (2): 37-44.

- Sousa Neto, M.A. de; Maia, G.A. ; Sousa Filho, M.S.M.; Figueiredo, R.W. ; Lima, J.R.; Borges, M.F. 2004. Storage stability of mango processed by osmotic dehydration and oven drying. *Acta Horticulturae*, Leuven - Bélgica, 645 (1): 279-284.
- Sousa, P.H.M.; Maia, G.A.; Figueiredo, R.W.; Sousa Filho, M.S.M. 2003. Influência da concentração e da proporção fruto: xarope na desidratação osmótica de bananas processadas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas-SP, 23(3):126-130.
- Sousa, P.H.M.; Maia, G.A. ; Souza Filho, M.S.M.; Figueiredo, R.W.; Nassu, R.T.; Borges, M.F. 2003. *Avaliação de produtos obtidos pela desidratação osmótica de banana seguida de secagem em estufa*. Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, Curitiba-PR, 21 (1):109-120.
- Sousa, P.H.M.; Maia, G.A. Sousa Filho, M.S.M.; Figueiredo, R.W.; Souza, A.C.R. 2003. Goiabas desidratadas osmoticamente seguidas de secagem em estufa. *Rev. Bras. Fruticultura*, Jaboticabal-SP, 25 (3): 414-416.
- Sousa, P.H.M.; Sousa Filho, M.S.M.; Maia, G.A.; Figueiredo, R.W.; Sousa Neto, M.A. 2003. Avaliação das curvas de secagem e da alteração de cor e textura da banana processada por desidratação osmótica seguida de secagem. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza-CE, 34 (2): 179-185.
- Sousa, P.H.M.; Sousa Neto, M.A.; Maia, G.A.; Sousa Filho, M.S.M.; Figueiredo, R.W. 03. Desidratação osmótica de frutos. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas- SP, 37 (Supl): 94-100.
- Sousa, P.H.M.; Nassu, R.T.; Souza Filho, M.S.M. ; Maia, G.A.; Figueiredo, R.W.; Souza, A. Cláudio R. 2005. Secagem de goiabas pré-desidratadas osmoticamente a vácuo. *Comunicado Técnico*. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 106 (1), p. 1-4.
- Sousa, P.H.M.; Nassu, R.T.; Souza Filho, M.S.M.; Maia, G.A.; Figueiredo, R.W. Sousa Neto, M.A. de. 2005. Obtenção de banana desidratada osmoticamente seguida de secagem em estufa. *Comunicado Técnico*. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 108 (1), p. 1-3.
- Souza Filho, L.J.; Souza, A.; Souza Neto, M.; Costa, M. 1999. Efeito do branqueamento, processo osmótico, tratamento térmico e armazenamento na

estabilidade da vitamina C de pedúnculos de caju processados por métodos combinados. Campinas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 19(2).

Souza, J.S.; Torres Filho, P. 1997. Aspectos socioeconômicos. *In: Alves, E.J. (Ed.). A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais.* Cruz das Almas: Embrapa- CNPMF; Brasília, DF: Embrapa-SPI, p.507-524.

Souza, J.S. Mercado e comercialização de frutas. 1993. *In: Encontro Estadual De Fruticultura*, Cruz das Almas, BA. Anais. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, (1):59-76. (Embrapa-CNPMF. Documentos, 39).

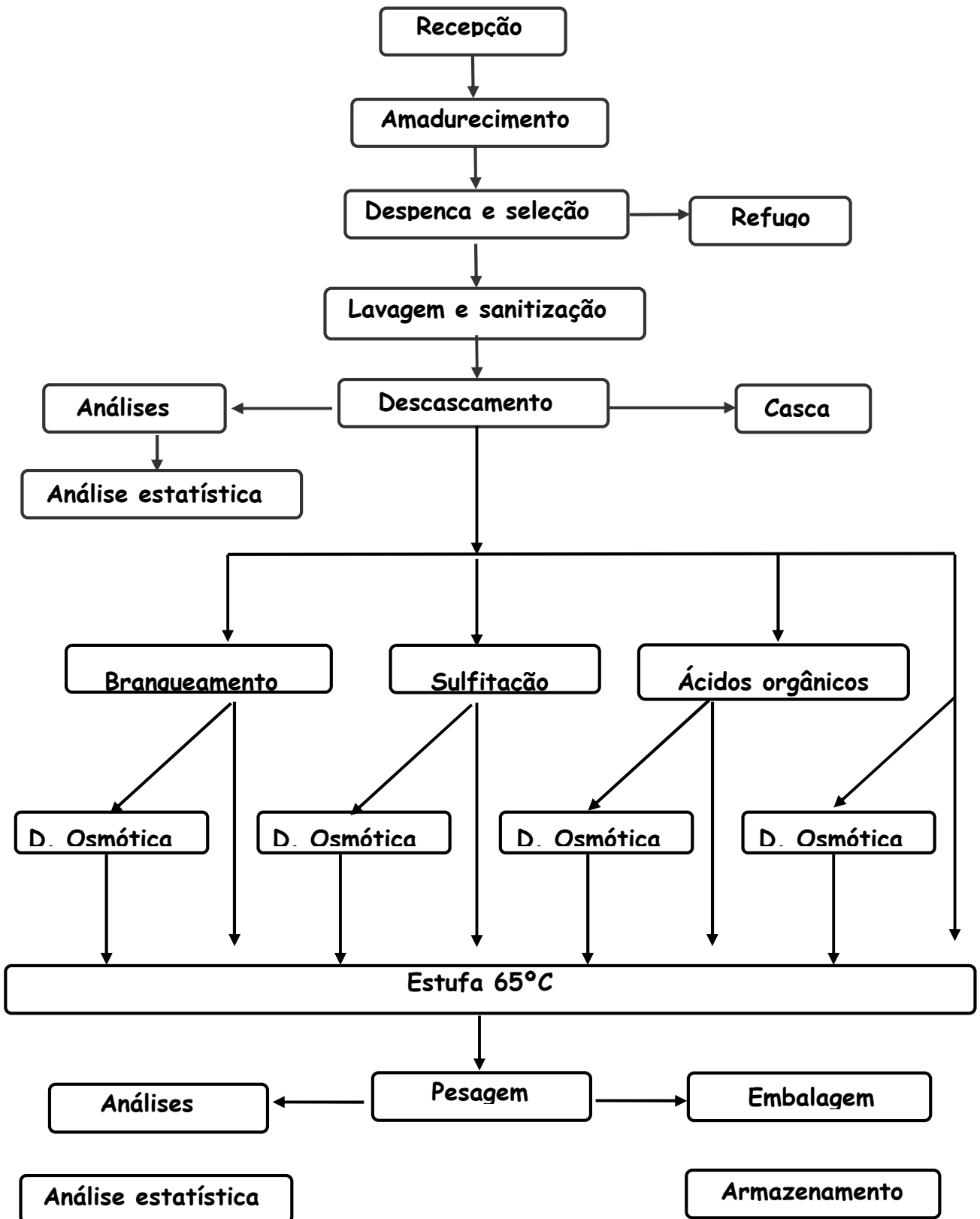
Stringheta, P.C., Melloni, P. Fernandes, A. R, Silva, A.B. da; 2003. *Produção de Banana Passa.* In: Silva, A.B. da; Fernandes, A. R.(Ed.). *Projetos de empreendimentos agroindustriais: Produtos de origem vegetal.* UFV. 2: 23-58.

Teles, U.M ; Fernandes, F.A.N.; Rodrigues, S. ; Lima, A.S. ; Maia, G.A. ; Figueiredo, R.W. 2006. Optimization of osmotic dehydration of melons followed by air-drying. *International Journal of Food Science & Technology*, 41: 674-680.

Valderrama, P.; Clemente, E. 2004. Isolation and thermo stability of peroxidase isoenzymes from apple cultivars gala and fuji. *Food chemistry*, reading-uk, 87(4): 601-606.

Zawistowski, J. Biliaderis,C.G., Eskin. N.A.M. 1991. Polyphenol oxidase.6. *In: Robinson, D.S. Eskin. N .A .M. Oxidative enzymes in foods.* Elsevier Applied science. London and New York. 314p.

# *ANEXOS*



Anexo 1: Fluxograma para obtenção de banana-passa da cv. Thap maeo com métodos de prevenção de escurecimento e desidratação.

=====
   
ASSISTAT Versão 7.4 beta (2007) - http://assistat.sites.uol.com.br
   
Por Francisco de Assis S. e Silva UAEA-CTRN-UFMG Campina Grande-PB
   
=====
   
Arquivo: ANOVA\_BRANQUEAMENTO\_MS

## EXPERIMENTO FATORIAL

## QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Fator1(F1)	1	30.65603	30.65603	309.4485 **
Fator2(F2)	1	0.10830	0.10830	1.0932 ns
Int. FlxF2	1	0.00403	0.00403	0.0407 ns
Resíduo	8	0.79253	0.09907	
Total	11	31.56090		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 309.4485 p < .00100

GL: 1, 8 F-krit(5%) = 5.3177 F = 1.0932 p > .10000

GL: 1, 8 F-krit(5%) = .001 F = .0407 p > .10000

Fator 1 = Desidratação

Fator 2 = Prev. escurecimento

## MÉDIAS E MEDIDAS

## Médias do fator1

1	76.58667	b
2	79.78333	a

DMS1 = 0.41890

## Médias do fator2

1	78.28000	a
2	78.09000	a

DMS2 = 0.41890

## MÉDIAS DE INTERAÇÃO

## Médias Fator 1 x Fator 2

Fator 1	Fator 2	
	1	2
1	76.6633	76.5100
2	79.8967	79.6700

Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

MG = 78.18500

CV% = 0.40257



Arquivo: ANOVA\_ATIVIDADE DE ÁGUA\_BRANQUEAMENTO

## EXPERIMENTO FATORIAL

## QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Fator1(F1)	1	0.00521	0.00521	312.5000 **
Fator2(F2)	1	0.00607	0.00607	364.5000 **
Int. FlxF2	1	0.00068	0.00068	40.5000 **
Resíduo	8	0.00013	0.00002	
Total	11	0.01209		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 312.5 p &lt; .00100

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 364.5 p &lt; .00100

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 40.5 p &lt; .00100

Fator 1 = Desidratação

Fator 2 = Prevenção de escurecimento

## MÉDIAS E MEDIDAS

## Médias do fator1

1	0.65167 a
2	0.61000 b
DMS1 =	0.00543

## Médias do fator2

1	0.60833 b
2	0.65333 a
DMS2 =	0.00543

## MÉDIAS DE INTERAÇÃO

## Médias Fator 1 x Fator 2

Fator 1	Fator 2	
	1	2
1	0.6367 aB	0.6667 aA
2	0.5800 bB	0.6400 bA

DMS para colunas = 0.0077 DMS para linhas = 0.0077

Classific.c/letras minúsculas Classific.c/letras maiúsculas

MG = 0.63083

CV% = 0.64716

Arquivo: ANOVA\_BRANQUEAMENTO\_TEXTURA

## EXPERIMENTO FATORIAL

## QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Fator1(F1)	1	7.63447	7.63447	34.6216 **
Fator2(F2)	1	3.15034	3.15034	14.2865 **
Int. FlxF2	1	0.23005	0.23005	1.0433 ns
Resíduo	44	9.70250	0.22051	
Total	47	20.71736		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 1, 44 F-krit(1%) = 7.2484 F = 34.6217 p < .00100  
 GL: 1, 44 F-krit(1%) = 7.2484 F = 14.2865 p < .00100  
 GL: 1, 44 F-krit(5%) = 4.0617 F = 1.0433 p > .10000

Fator 1 = Desidratação

Fator 2 = Prev. escurecimento

## MÉDIAS E MEDIDAS

## Médias do fator1

1	2.56721 a
2	1.76958 b
DMS1 =	0.27336

## Médias do fator2

1	1.91221 b
2	2.42458 a
DMS2 =	0.27336

## MÉDIAS DE INTERAÇÃO

## Médias Fator 1 x Fator 2

Fator 1	Fator 2	
	1	2
1	2.3803	2.7542
2	1.4442	2.0950

Não foi aplicado o teste de comparação de médias  
 por que o F de interação não foi significativo

MG = 2.16840

CV% = 21.65594

Arquivo: ANOVA\_BRANQUEAMENTO\_COR L

## EXPERIMENTO FATORIAL

## QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Fator1(F1)	1	8.00333	8.00333	109.4847 **
Fator2(F2)	1	176.94720	176.94720	2420.6183 **
Int. FlxF2	1	0.03853	0.03853	0.5271 ns
Resíduo	8	0.58480	0.07310	
Total	11	185.57387		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 109.4847 p &lt; .00100

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 2420.618 p &lt; .00100

GL: 1, 8 F-krit(5%) = .001 F = .5271 p &gt; .10000

Fator 1 = Desidratação

Fator 2 = Prev. escurecimento

## MÉDIAS E MEDIDAS

## Médias do fator1

1	26.07333 a
2	24.44000 b
DMS1 =	0.35983

## Médias do fator2

1	21.41667 b
2	29.09667 a
DMS2 =	0.35983

## MÉDIAS DE INTERAÇÃO

## Médias Fator 1 x Fator 2

Fator 1	Fator 2	
	1	2
1	22.1767	29.9700
2	20.6567	28.2233

Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

MG = 25.25667

CV% = 1.07049

Arquivo: ANOVA\_BRANQUEAMENTO\_COR A

## EXPERIMENTO FATORIAL

## QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Fator1(F1)	1	4.15363	4.15363	46.4223 **
Fator2(F2)	1	48.32053	48.32053	540.0451 **
Int. FlxF2	1	0.16803	0.16803	1.8780 ns
Resíduo	8	0.71580	0.08948	
Total	11	53.35800		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 46.4223 p < .00100  
 GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 540.0451 p < .00100  
 GL: 1, 8 F-krit(5%) = 5.3177 F = 1.878 p > .10000

Fator 1 = Desidratação

Fator 2 = Prev. escurecimento

## MÉDIAS E MEDIDAS

## Médias do fator1

1	8.56833 a
2	7.39167 b
DMS1 =	0.39810

## Médias do fator2

1	5.97333 b
2	9.98667 a
DMS2 =	0.39810

## MÉDIAS DE INTERAÇÃO

## Médias Fator 1 x Fator 2

Fator 1	Fator 2	
	1	2
1	6.4433	10.6933
2	5.5033	9.2800

Não foi aplicado o teste de comparação de médias  
 por que o F de interação não foi significativo

MG = 7.98000

CV% = 3.74842

Arquivo: ANOVA\_BRANQUEAMENTO\_COR B

## EXPERIMENTO FATORIAL

## QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Fator1(F1)	1	14.87413	14.87413	128.7154 **
Fator2(F2)	1	70.66453	70.66453	611.5053 **
Int. FlxF2	1	0.00163	0.00163	0.0141 ns
Resíduo	8	0.92447	0.11556	
Total	11	86.46477		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 128.7154 p &lt; .00100

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 611.5053 p &lt; .00100

GL: 1, 8 F-krit(5%) = .001 F = .0141 p &gt; .10000

Fator 1 = Desidratação

Fator 2 = Prev. escurecimento

## MÉDIAS E MEDIDAS

## Médias do fator1

1	6.71833	b
2	8.94500	a
DMS1 =	0.45242	

## Médias do fator2

1	5.40500	b
2	10.25833	a
DMS2 =	0.45242	

## MÉDIAS DE INTERAÇÃO

## Médias Fator 1 x Fator 2

Fator 1	Fator 2	
	1	2
1	4.2800	9.1567
2	6.5300	11.3600

Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

MG = 7.83167

CV% = 4.34057

Arquivo: ANOVA\_SULFITAÇÃO\_MS

## EXPERIMENTO FATORIAL

## QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Fator1(F1)	1	30.17841	30.17841	257.4217 **
Fator2(F2)	1	1.77101	1.77101	15.1067 **
Int. FlxF2	1	0.01141	0.01141	0.0973 ns
Resíduo	8	0.93787	0.11723	
Total	11	32.89869		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 257.4217 p &lt; .00100

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 15.1067 p = .00463

GL: 1, 8 F-krit(5%) = .001 F = .0973 p &gt; .10000

Fator 1 = Desidratação

Fator 2 = Prev. escurecimento

## MÉDIAS E MEDIDAS

## Médias do fator1

1	77.07833	b
2	80.25000	a
DMS1 =	0.45569	

## Médias do fator2

1	78.28000	b
2	79.04833	a
DMS2 =	0.45569	

## MÉDIAS DE INTERAÇÃO

## Médias Fator 1 x Fator 2

Fator 1	Fator 2	
	1	2
1	76.6633	77.4933
2	79.8967	80.6033

Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

MG = 78.66417

CV% = 0.43526

Arquivo: ANOVA\_SULFITAÇÃO\_ATIVIDADE DE ÁGUA

EXPERIMENTO FATORIAL

QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Fator1(F1)	1	0.00563	0.00563	37.5556 **
Fator2(F2)	1	0.00030	0.00030	2.0000 ns
Int. FlxF2	1	0.00053	0.00053	3.5556 ns
Resíduo	8	0.00120	0.00015	
Total	11	0.00767		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 37.5556 p < .00100

GL: 1, 8 F-krit(5%) = 5.3177 F = 2 p > .10000

GL: 1, 8 F-krit(5%) = 5.3177 F = 3.5556 p = .09607

Fator 1 = Desidratação

Fator 2 = Prev. escurecimento

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias do fator1

1	0.62500 a
2	0.58167 b

DMS1 = 0.01630

Médias do fator2

1	0.60833 a
2	0.59833 a

DMS2 = 0.01630

MÉDIAS DE INTERAÇÃO

Médias Fator 1 x Fator 2

Fator 1	Fator 2	
	1	2
1	0.6367	0.6133
2	0.5800	0.5833

Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

MG = 0.60333

CV% = 2.02996

Arquivo: ANOVA\_SULFITAÇÃO\_TEXTURA

## EXPERIMENTO FATORIAL

## QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Fator1(F1)	1	7.36098	7.36098	23.0878 **
Fator2(F2)	1	7.83356	7.83356	24.5701 **
Int. FlxF2	1	0.28045	0.28045	0.8796 ns
Resíduo	44	14.02830	0.31883	
Total	47	29.50329		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 1, 44 F-krit(1%) = 7.2484 F = 23.0879 p &lt; .00100

GL: 1, 44 F-krit(1%) = 7.2484 F = 24.5701 p &lt; .00100

GL: 1, 44 F-krit(5%) = .001 F = .8796 p &gt; .10000

Fator 1 = Desidratação

Fator 2 = Prev. escurecimento

## MÉDIAS E MEDIDAS

## Médias do fator1

1	2.70779 a
2	1.92458 b
DMS1 =	0.32869

## Médias do fator2

1	1.91221 b
2	2.72017 a
DMS2 =	0.32869

## MÉDIAS DE INTERAÇÃO

## Médias Fator 1 x Fator 2

Fator 1	Fator 2	
	1	2
1	2.3803	3.0353
2	1.4442	2.4050

Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

MG = 2.31619

CV% = 24.37825



Arquivo: ANOVA\_SULFITAÇÃO\_COR L

## EXPERIMENTO FATORIAL

## QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Fator1(F1)	1	7.79241	7.79241	47.1030 **
Fator2(F2)	1	28.24401	28.24401	170.7274 **
Int. FlxF2	1	0.02521	0.02521	0.1524 ns
Resíduo	8	1.32347	0.16543	
Total	11	37.38509		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 47.103 p &lt; .00100

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 170.7274 p &lt; .00100

GL: 1, 8 F-krit(5%) = .001 F = .1524 p &gt; .10000

Fator 1 = Desidratação

Fator 2 = Prev. escurecimento

## MÉDIAS E MEDIDAS

## Médias do fator1

1	23.75667 a
2	22.14500 b
DMS1 =	0.54132

## Médias do fator2

1	21.41667 b
2	24.48500 a
DMS2 =	0.54132

## MÉDIAS DE INTERAÇÃO

## Médias Fator 1 x Fator 2

Fator 1	Fator 2	
	1	2
1	22.1767	25.3367
2	20.6567	23.6333

Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

MG = 22.95083

CV% = 1.77220

Arquivo: ANOVA\_SULFITAÇÃO\_COR A

## EXPERIMENTO FATORIAL

## QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Fator1(F1)	1	2.69801	2.69801	21.0398 **
Fator2(F2)	1	1.05021	1.05021	8.1898 *
Int. FlxF2	1	0.00021	0.00021	0.0016 ns
Resíduo	8	1.02587	0.12823	
Total	11	4.77429		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 21.0398 p = .00179

GL: 1, 8 F-krit(5%) = 5.3177 F = 8.1898 p = .02109

GL: 1, 8 F-krit(5%) = .001 F = .0016 p = .06185

Fator 1 = Desidratação

Fator 2 = Prev. escurecimento

## MÉDIAS E MEDIDAS

## Médias do fator1

1	6.74333 a
2	5.79500 b
DMS1 =	0.47659

## Médias do fator2

1	5.97333 b
2	6.56500 a
DMS2 =	0.47659

## MÉDIAS DE INTERAÇÃO

## Médias Fator 1 x Fator 2

Fator 1	Fator 2	
	1	2
1	6.4433	7.0433
2	5.5033	6.0867

Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

MG = 6.26917

CV% = 5.71203

Arquivo: ANOVA\_SULFITAÇÃO\_COR B

## EXPERIMENTO FATORIAL

## QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Fator1(F1)	1	13.73880	13.73880	95.2925 **
Fator2(F2)	1	1.11630	1.11630	7.7427 *
Int. FlxF2	1	0.03630	0.03630	0.2518 ns
Resíduo	8	1.15340	0.14417	
Total	11	16.04480		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 95.2925 p &lt; .00100

GL: 1, 8 F-krit(5%) = 5.3177 F = 7.7427 p = .02383

GL: 1, 8 F-krit(5%) = .001 F = .2518 p &gt; .10000

Fator 1 = Desidratação

Fator 2 = Prev. escurecimento

## MÉDIAS E MEDIDAS

## Médias do fator1

1	4.03000	b
2	6.17000	a
DMS1 =	0.50534	

## Médias do fator2

1	5.40500	a
2	4.79500	b
DMS2 =	0.50534	

## MÉDIAS DE INTERAÇÃO

## Médias Fator 1 x Fator 2

Fator 1	Fator 2	
	1	2
1	4.2800	3.7800
2	6.5300	5.8100

Não foi aplicado o teste de comparação de médias  
por que o F de interação não foi significativo

MG = 5.10000

CV% = 7.44517

Arquivo: ANOVA\_ACIDOS\_MS

## EXPERIMENTO FATORIAL

## QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Fator1(F1)	1	23.01870	23.01870	177.1691 **
Fator2(F2)	1	2.13363	2.13363	16.4220 **
Int. FlxF2	1	0.64403	0.64403	4.9570 ns
Resíduo	8	1.03940	0.12992	
Total	11	26.83577		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 177.1691 p &lt; .00100

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 16.422 p = .00367

GL: 1, 8 F-krit(5%) = 5.3177 F = 4.957 p = .05661

Fator 1 = Desidratação

Fator 2 = Prev. escurecimento

## MÉDIAS E MEDIDAS

## Médias do fator1

1	77.31667	b
2	80.08667	a
DMS1 =	0.47972	

## Médias do fator2

1	78.28000	b
2	79.12334	a
DMS2 =	0.47972	

## MÉDIAS DE INTERAÇÃO

## Médias Fator 1 x Fator 2

Fator 1	Fator 2	
	1	2
1	76.6633	77.9700
2	79.8967	80.2767

Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

MG = 78.70167

CV% = 0.45800

Arquivo: ANOVA\_ACIDOS\_ATIVIDADE DE ÁGUA

## EXPERIMENTO FATORIAL

## QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Fator1(F1)	1	0.00608	0.00608	91.1250 **
Fator2(F2)	1	0.00141	0.00141	21.1250 **
Int. FlxF2	1	0.00041	0.00041	6.1250 *
Resíduo	8	0.00053	0.00007	
Total	11	0.00842		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 91.125 p &lt; .00100

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 21.125 p = .00177

GL: 1, 8 F-krit(5%) = 5.3177 F = 6.125 p = .03842

Fator 1 = Desidratação

Fator 2 = Prev. escurecimento

## MÉDIAS E MEDIDAS

## Médias do fator1

1	0.62000 a
2	0.57500 b
DMS1 =	0.01087

## Médias do fator2

1	0.60833 a
2	0.58667 b
DMS2 =	0.01087

## MÉDIAS DE INTERAÇÃO

## Médias Fator 1 x Fator 2

Fator 1	Fator 2	
	1	2
1	0.6367 aA	0.6033 aB
2	0.5800 bA	0.5700 bA

DMS para colunas = 0.0154 DMS para linhas = 0.0154

Classific.c/letras minúsculas Classific.c/letras maiúsculas

MG = 0.59750

CV% = 1.36652

Arquivo: ANOVA\_ACIDOS\_TEXTURA

## EXPERIMENTO FATORIAL

## QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Fator1(F1)	1	10.45987	10.45987	27.9768 **
Fator2(F2)	1	26.48498	26.48498	70.8389 **
Int. FlxF2	1	0.00007	0.00007	0.0002 *
Resíduo	44	16.45055	0.37388	
Total	47	53.39547		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 1, 44 F-krit(1%) = 7.2484 F = 27.9768 p &lt; .00100

GL: 1, 44 F-krit(1%) = 7.2484 F = 70.8389 p &lt; .00100

GL: 1, 44 F-krit(5%) = .001 F = .0002 p = .02244

Fator 1 = Desidratação

Fator 2 = Prev. escurecimento

## MÉDIAS E MEDIDAS

## Médias do fator1

1	3.12183 a
2	2.18821 b
DMS1 =	0.35594

## Médias do fator2

1	1.91221 b
2	3.39783 a
DMS2 =	0.35594

## MÉDIAS DE INTERAÇÃO

## Médias Fator 1 x Fator 2

Fator 1	Fator 2	
	1	2
1	2.3803 aB	3.8634 aA
2	1.4442 bB	2.9323 bA

DMS para colunas = 0.5034 DMS para linhas = 0.5034

Classific.c/letras minúsculas Classific.c/letras maiúsculas

MG = 2.65502

CV% = 23.03011

Arquivo: ANOVA\_ACIDOS\_COR L

## EXPERIMENTO FATORIAL

## QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Fator1(F1)	1	5.89401	5.89401	81.3528 **
Fator2(F2)	1	28.55167	28.55167	394.0880 **
Int. FlxF2	1	0.04201	0.04201	0.5798 ns
Resíduo	8	0.57960	0.07245	

Total 11 35.06729

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 81.3528  $p < .00100$

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 394.088  $p < .00100$

GL: 1, 8 F-krit(5%) = .001 F = .5798  $p > .10000$

Fator 1 = Desidratação

Fator 2 = Prev. escurecimento

## MÉDIAS E MEDIDAS

## Médias do fator1

1	23.66000 a
2	22.25833 b

DMS1 = 0.35823

## Médias do fator2

1	21.41667 b
2	24.50167 a

DMS2 = 0.35823

## MÉDIAS DE INTERAÇÃO

## Médias Fator 1 x Fator 2

Fator 1	Fator 2	
	1	2
1	22.1767	25.1433
2	20.6567	23.8600

Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

MG = 22.95917

CV% = 1.17237

Arquivo: ANOVA\_ACIDOS\_COR A

## EXPERIMENTO FATORIAL

## QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Fator1(F1)	1	2.29688	2.29688	26.0294 **
Fator2(F2)	1	4.33201	4.33201	49.0925 **
Int. FlxF2	1	0.01267	0.01267	0.1436 ns
Resíduo	8	0.70593	0.08824	

Total 11 7.34749

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 26.0294  $p < .00100$

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 49.0926  $p < .00100$

GL: 1, 8 F-krit(5%) = .001 F = .1436  $p > .10000$

Fator 1 = Desidratação

Fator 2 = Prev. escurecimento

## MÉDIAS E MEDIDAS

## Médias do fator1

1	7.01167 a
2	6.13667 b

DMS1 = 0.39535

## Médias do fator2

1	5.97333 b
2	7.17500 a

DMS2 = 0.39535

## MÉDIAS DE INTERAÇÃO

## Médias Fator 1 x Fator 2

Fator 1	Fator 2	
	1	2
1	6.4433	7.5800
2	5.5033	6.7700

Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

MG = 6.57417

CV% = 4.51852



Arquivo: ANOVA\_ACIDOS\_COR B

## EXPERIMENTO FATORIAL

## QUADRO DE ANÁLISE

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Fator1(F1)	1	17.28000	17.28000	104.9233 **
Fator2(F2)	1	0.36053	0.36053	2.1891 ns
Int. FlxF2	1	0.06750	0.06750	0.4099 ns
Resíduo	8	1.31753	0.16469	
Total	11	19.02557		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL: 1, 8 F-krit(1%) = 11.2586 F = 104.9233 p &lt; .00100

GL: 1, 8 F-krit(5%) = 5.3177 F = 2.1891 p &gt; .10000

GL: 1, 8 F-krit(5%) = .001 F = .4099 p &gt; .10000

Fator 1 = Desidratação

Fator 2 = prev. escurecimento

## MÉDIAS E MEDIDAS

## Médias do fator1

1	4.03167	b
2	6.43167	a

DMS1 = 0.54010

## Médias do fator2

1	5.40500	a
2	5.05833	a

DMS2 = 0.54010

## MÉDIAS DE INTERAÇÃO

## Médias Fator 1 x Fator 2

Fator 1	Fator 2	
	1	2
1	4.2800	3.7833
2	6.5300	6.3333

Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

MG = 5.23167

CV% = 7.75703