

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROG. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA -
PRODUÇÃO VEGETAL**



**CONSERVAÇÃO DA POLPA DE MANGABA (*Hancornia speciosa* Gomes)
POR MÉTODOS COMBINADOS**

JOSÉ HARLISSON DE ARAUJO FERRO

**RIO LARGO,
2012**

JOSÉ HARLISSON DE ARAUJO FERRO

**CONSERVAÇÃO DA POLPA DE MANGABA (*Hancornia speciosa* Gomes)
POR MÉTODOS COMBINADOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Alagoas, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

Orientador: Prof. PhD Eurico Eduardo Pinto de Lemos

Co-orientadores: Prof. Dr. Jonas dos Santos Sousa e Prof. Dr^a Ângela Fröellich.

RIO LARGO,
2012

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Fabiana Camargo dos Santos

F395c Ferro, José Harlisson de Araujo.
 Conservação da polpa de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) por métodos combinados / José Harlisson de Araujo Ferro. – 2012.
 91 f. : il., tab, graf.

 Orientador: Eurico Eduardo Pinto de Lemos.
 Co-orientadores: Jonas dos Santos Sousa, Ângela Fröellich.
 Dissertação (Mestrado em Agronomia : Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2012.

 Inclui bibliografia.

 1. Mangaba - Polpa. 2. Polpa - Conservação. 3. Polpa – Conservação – Métodos combinados. Título.

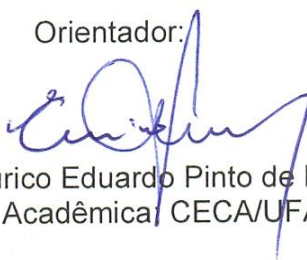
CDU: 634.6:631.577

**CONSERVAÇÃO DA POLPA DE MANGABA (*Hancornia speciosa* Gomes)
POR MÉTODOS COMBINADOS**

JOSÉ HARLISSON DE ARAUJO FERRO

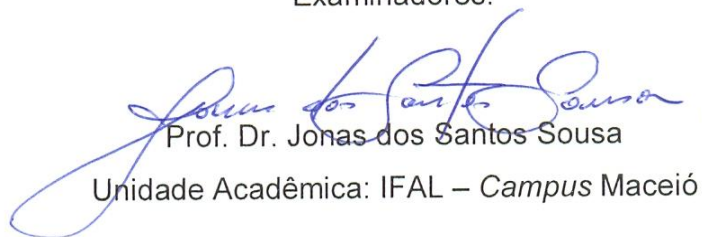
Dissertação defendida e aprovada em 20 de março de 2012 pela banca examinadora:

Orientador:

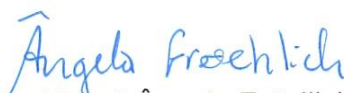


Prof. PhD Eurico Eduardo Pinto de Lemos
Unidade Acadêmica: CECA/UFAL

Examinadores:



Prof. Dr. Jonas dos Santos Sousa
Unidade Acadêmica: IFAL – *Campus* Maceió



Prof.ª Dr.ª Ângela Fröellich

Unidade Acadêmica: IFAL – *Campus* Satuba



Prof.ª Dr.ª Leila de Paula Rezende

Unidade Acadêmica: CECA/UFAL

*“Às pessoas que apoiaram fielmente
o desenvolvimento deste trabalho.*

*Aos que muito me orgulho de ter
como exemplos de dignidade e
imensurável fonte de inspiração para
desafiar e vencer novos obstáculos...*

***Cláudio Ferro e Ivanete Vilela,
meus amados pais”.***

DEDICO

*Aos que confiam e olham com carinho
todo esforço em prol do desenvolvimento
sustentável na agropecuária.*

*Aqueles que concretizam uma base sólida nos afetos
familiares, com respeito ao próximo, a vida e à paz desejável.
Em especial, meus queridos irmãos **Emerson, Wilson e Ana**
Cláudia, estimado **amigo-irmão Thiago Silver Lira** e
minha noiva **Agnes Bulhões**.*

*Aos que desempenham a fundamental missão de
educar...*

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter facultado inúmeras oportunidades para o alcance dos meus ideais.

Ao Professor PhD. Eurico Lemos, por sua brilhante personalidade, representatividade dentre os docentes do Centro de Ciências Agrárias da UFAL e tamanha importância no contexto da fruticultura tropical. Aos professores Dr. Mauro Wagner e José Acioly de Carvalho pela relevância das discussões em trabalhos desenvolvidos conjuntamente.

Aos amigos, colegas e co-orientadores, Professores do IFAL, Dr. Jonas Souza e Dr.^a Ângela Fröelich, pela contribuição no desenvolvimento prático das análises laboratoriais.

À adorada Professora Maria Aparecida Alves, pela contribuição com o desenvolvimento dos testes sensoriais e suas críticas pertinentes.

Aos Professores Dr. Laurício Endres e Dr. Anselmo Aroucha, pela confiança transmitida e postura diante das peculiaridades da administração pública em consonância com o desenvolvimento da educação profissional no Brasil.

Às queridas amigas, que realizaram voluntariamente tarefas árduas durante o andamento da pesquisa: Adriana, Gigi, Eriane, Elaine e Jéssica. Sem vocês seria impossível realizar milhares de análises físico-químicas, inocular inúmeras Placas de Petri e distribuir tantas amostras de suco para análise sensorial. Sem contar com as medições morfológicas dos frutos de mangaba. Neste sentido, ainda agradeço aos amigos Elizeu, Bebê e Luís Carlos.

A todos os funcionários e professores do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas e aqueles que, não foram citados, mas que contribuíram de algumas na minha formação, Meu muito obrigado.

BIOGRAFIA DO AUTOR

JOSÉ HARLISSON DE ARAUJO FERRO, filho de José Cláudio Bastos Ferro e Ivanete Vilela de Araujo Ferro, nasceu em Anadia, Estado de Alagoas, em 15 de setembro de 1987.

Estudou em escola pública estadual maior parte do ensino fundamental e ingressou aos 14 anos na antiga Escola Agrotécnica Federal de Satuba – Alagoas (atual *Campus* Satuba do Instituto Federal de Alagoas) para cursar o ensino médio e técnico em agropecuária em regime de residência. Nesta fase despertou maiores interesses pelas ciências agrárias, influenciado grandemente pela história e tradição da família em passar pela educação da Agrotécnica. Período este, que também fez fortalecer grandes amizades entre colegas e professores.

Aos 17 anos ingressou no curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal de Alagoas, no qual recebeu o grau de Engenheiro Agrônomo no ano de 2009.

Durante a vida acadêmica, foi atuante em trabalhos de pesquisa na condição de bolsista de iniciação científica, vinculado aos laboratórios de agricultura do Centro de Ciências Agrárias da UFAL por quatro anos.

Ainda no início de 2009, antes de concluir o seu bacharelado, retornou a sua antiga escola, IFAL *Campus* Satuba, para desempenhar o cargo de técnico em agropecuária, onde passou a ser Coordenador de Atividades Agrícolas e mais tarde Coordenador de Apoio à Pesquisa da unidade.

Em março de 2010 iniciou o curso de Mestrado em Agronomia na Universidade Federal de Alagoas, na área de concentração em Fitotecnia. No mesmo ano foi aprovado em concurso público para o cargo de Professor efetivo do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Alagoas onde atualmente desempenha atividades pedagógicas como professor e Coordenador de Administração do *Campus* Avançado Santana do Ipanema.

RESUMO GERAL

Este trabalho teve por objetivo avaliar as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais da polpa de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) conservada por métodos combinados, durante 90 dias. A pesquisa foi subdividida em três experimentos: “Avaliação físico-química de polpas de mangaba conservadas por métodos combinados”, “Avaliação do desenvolvimento de fungos filamentosos e leveduras em polpas de mangaba conservadas por métodos combinados” e “Avaliação sensorial de suco de mangaba produzido a partir de polpas conservadas por métodos combinados”. Utilizou-se para os três experimentos a associação de técnicas de conservação envolvendo pasteurização, adição conservantes (metabissulfito de potássio e benzoato de sódio) e diferentes temperaturas de armazenamento, compondo um arranjo fatorial de $2 \times 4 \times 2$ (duas formas de processamento, quatro alternativas de adição de estabilizantes e duas temperaturas de armazenamento), totalizando 16 tratamentos. No primeiro experimento, as polpas foram analisadas quanto aos teores de sólidos solúveis, pH, acidez titulável, ácido ascórbico, açúcares redutores e açúcares não-redutores. As análises periódicas revelaram que as polpas tratadas termicamente reduzem aproximadamente 14% da quantidade de vitamina C durante o processamento e o efeito do congelamento permite estabilizar o conteúdo de ácido ascórbico. Todos os tratamentos corresponderam às exigências estabelecidas na regulamentação técnica da legislação brasileira, exceto aqueles envolvendo polpas não pasteurizadas e refrigeradas. Ao verificar as alterações quantitativas de UFC (Unidades Formadoras de Colônias) de fungos filamentosos e leveduras, já no segundo experimento, pôde-se perceber que as polpas tratadas termicamente reduziram 99,35% de UFC.g⁻¹, 24 horas após a fabricação e permitiram a conservação da polpa de mangaba em condições de refrigeração (a +8 °C) durante toda a vida de prateleira, não sendo observado efeito significativo do metabissulfito de potássio ou do benzoato de sódio. Constatou-se também, que a forma de fabricação de polpas pelo processo convencional (sem pasteurização, sem aditivos e estocagem a - 18 °C) proporciona qualidade condizente com a legislação brasileira. No terceiro experimento, foram analisados sensorialmente os parâmetros: aparência, aroma, cor, viscosidade e sabor. Os sucos de mangaba foram confeccionados mantendo aproximadamente 13 °Brix e servidos a uma temperatura de 10 °C (± 2 °C). Os resultados permitiram conclusões satisfatórias e animadoras sobre a aplicação de métodos combinados de conservação de polpas de mangaba, pois todos os parâmetros avaliados receberam majoritariamente notas correspondentes a “gostei muito” de acordo com a escala hedônica utilizada no teste de aceitação.

Palavras-chave: Polpa de mangaba. Conservação. Métodos combinados.

GENERAL ABSTRACT

This work aimed to evaluate the physico-chemical, microbiological and sensorial aspects of the mangaba (*Hancornia speciosa*) pulp preserved by combined methods during 90 days. The research was divided into three experiments: "Assessment of physico-chemical characteristics of mangaba pulp preserved by combined methods", "Evaluation of the growth of filamentous fungi and yeasts in mangaba pulp preserved by combined methods" and "Sensorial evaluation of juice produced from mangaba pulp preserved by combined methods". All experiments combined the preservation techniques of pasteurization, preservatives (potassium metabisulfite and sodium benzoate) and different storage temperatures, forming a factorial arrangement of 2 x 4 x 2 (two forms of processing, four forms of preservatives and two storage temperatures) totaling 16 treatments. In the first experiment, the pulps were evaluated for soluble solids, pH, titratable acidity, ascorbic acid, reducing sugars, non-reducing sugars and tannins. Periodic evaluations revealed that the heat treated pulps reduced vitamin C by approximately 14% during processing. By contrast, freezing stabilizes the amount of ascorbic acid of the pulps. All treatments used resembled the requirements of the Brazilian technical regulations, except those involving pulp unpasteurized and refrigerated. When examining the quantitative changes of CFU (Colony Forming Units) of filamentous fungi and yeasts, in the second experiment, it was notice that the pulps treated thermally reduced 99.35% of CFU g⁻¹, 24 hours after fabrication and allow the retention of the pulp mangaba under refrigerated conditions (at +8 ° C) throughout their shelf life. There was no significant effect of potassium metabisulphite or sodium benzoate in the conservation. It was also found that the way of manufacturing pulp by the conventional process (without pasteurization, without additives and storage at - 18 ° C) provides quality consistent to Brazilian regulations. In the third experiment, there were evaluated sensorial parameters: appearance, aroma, color, viscosity and flavor. Mangaba juices were prepared maintaining about 13 ° Brix and served at a temperature of 10 ° C (± 2 ° C). The results of the sensorial trial were highly satisfactory and encouraging as the tasters recorded mostly notes corresponding to "like very much" according to the hedonic scale used for acceptance testing.

Keywords: minor fruit, conservation, tropical fruit.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I	Pág.
Figura 1 - Fluxograma de processamento da polpa de mangaba por métodos combinados.....	48
Figura 2 - Gráfico: A - pH dos tratamentos sem conservantes em função do tempo; B - pH dos tratamentos com benzoato de sódio em função do tempo; C - pH dos tratamentos com metabissulfito de potássio em função do tempo; D - pH dos tratamentos com benzoato de sódio e metabissulfito de potássio em função do tempo.....	51
Figura 3 - Gráfico de ATT em polpa de mangaba pasteurizada e não pasteurizada em função do tempo de armazenamento.....	52
Figura 4 - Gráficos de acidez total titulável na polpa de mangaba em função do tempo. Gráfico A – sem conservante; B – com benzoato de sódio; C - com metabissulfito de potássio; D - com benzoato de sódio e metabissulfito de potássio.....	53
Figura 5 - Gráfico de STT em polpa de mangaba pasteurizada e não pasteurizada em função do tempo de armazenamento.....	55
Figura 6 - Gráficos de vitamina C na polpa de mangaba pasteurizada, acondicionada a +8 °C (± 2) em função do tempo. Gráfico A – sem conservante e B – com benzoato de sódio.....	56
Figura 7 - Gráficos de Vitamina C na polpa de mangaba pasteurizada, acondicionada a +8 °C (± 2) em função do tempo. Gráfico A - com metabissulfito de potássio e B - com benzoato de sódio e metabissulfito de potássio.....	57
 CAPÍTULO II	
Figura 1 - Fluxograma de processamento da polpa de mangaba incluindo métodos combinados de conservação.....	68
Figura 2 - Realização das diluições 10^{-1} (A – diluição direta, 25 gramas de polpa e 250 ml de água peptonada), 10^{-2} e 10^{-3} (B – diluição em tubos de ensaio).....	70
Figura 3 - Aplicação da diluição em placa (A); Estufa para desenvolvimento de microrganismos a 25 °C (B).....	70
Figura 4 - Gráficos de contagem de UFC.g ⁻¹ de leveduras e/ou fungos filamentosos em polpa de mangaba não pasteurizada, congelada a -18 °C (± 2 °C), A - sem aditivo químico, B - com benzoato de sódio, C - com metabissulfito, D – com metabissulfito e benzoato de sódio.....	74
Figura 5 - Gráfico de contagem de UFC.g ⁻¹ de fungos filamentosos e/ou leveduras em polpa de mangaba pasteurizada armazenadas sob refrigeração ou congelamento.....	76

CAPÍTULO III

Figura 1 - Fluxograma de processamento da polpa de mangaba por métodos combinados.....	88
Figura 2 - Laboratório de Análise Sensorial do Instituto Federal de Alagoas – <i>Campus</i> Satuba.....	89
Figura 3 - Avaliadores esperando amostras de suco de mangaba para avaliação das características sensoriais (A); Bandeja contendo amostras de suco de mangaba, águas, biscoito e ficha de avaliação.....	91
Figura 4 - Modelo de ficha de teste de aceitação de suco de mangaba e escala hedônica aplicada.....	91
Figura 5 - Histograma de frequência de avaliação sensorial de suco de mangaba (aparência, cor, viscosidade) feito a partir de polpa pasteurizada refrigerada.....	93
Figura 6 - Histograma de frequência de avaliação sensorial de suco de mangaba (aroma e sabor) feito a partir de polpa pasteurizada refrigerada.....	93
Figura 7 - Histograma de frequência da avaliação sensorial de suco de mangaba (aparência, sabor e aroma) feito a partir de polpa conservada por métodos combinados aos 90 dias após a fabricação.....	96
Figura 8 - Histograma de frequência da avaliação sensorial de suco de mangaba (viscosidade e sabor) feito a partir de polpa conservada por métodos combinados aos 90 dias após a fabricação.....	96

APÊNDICE

Figura 1 - Pigmentação de frutos de mangaba desde a maturação fisiológica (A) até o amadurecimento (D), fase mais palatável. Adaptado de Moura (2005).....	105
Figura 2 - Medição dos frutos de mangaba com uso de paquímetro.....	106
Figura 3 - Gráfico de dispersão dos dados representando a falta de correlação entre o peso do fruto e o rendimento de polpa mais casca (RPC).....	109
Figura 4 - Frutos de mangaba acondicionados em caixa de ovo, onde são percebidas visualmente variações de tamanho, formato e cor.....	110
Figura 5 - Gráfico de regressão linear para quantidade de sementes de mangaba em função do tamanho do fruto.....	111

LISTA DE TABELAS

INTRODUÇÃO	Pág.
Tabela 1: Padrões de identidade e qualidade da polpa de mangaba.....	24
CAPÍTULO I	
Tabela 1: Distribuição dos tratamentos de conservação de polpa de mangaba por métodos combinados.....	48
Tabela 2: Médias comparativas de pH obtidas em polpas de mangaba conservadas através da adição de produtos conservantes.....	50
Tabela 3: Médias comparativas de acidez titulável obtidas em polpas de mangaba conservadas através da adição de produtos conservantes.....	53
Tabela 4: Médias comparativas de sólidos solúveis obtidas em polpas de mangaba conservadas por métodos combinados.....	55
Tabela 5: Médias comparativas de vitamina C obtidas em polpas de mangaba congeladas durante 90 dias.....	57
CAPÍTULO II	
Tabela 1: Distribuição dos tratamentos de conservação de polpa de mangaba por métodos combinados.....	68
Tabela 2: Contagem de mofo e leveduras (UFC.g ⁻¹) em polpas de mangaba produzidas por métodos combinados e armazenadas sob diferentes temperaturas.....	72
CAPÍTULO III	
Tabela 1: Distribuição dos tratamentos de conservação de polpa de mangaba por métodos combinados.....	88
Tabela 2: Quadrados médios da análise de variância referente ao teste sensorial feito suco de mangaba feito polpas de mangaba conservadas por métodos combinados, envolvendo as seguintes variáveis: aparência, cor, aroma, viscosidade e sabor.	92
Tabela 3: Quadrados médios da análise de variância feita a partir de teste sensorial com polpas de mangaba conservadas por métodos combinados durante 90 dias, envolvendo as seguintes variáveis: aparência, cor, aroma, viscosidade e sabor.....	94
Tabela 4: Teste de médias da análise sensorial do sucos de mangaba feitos a partir de polpas conservadas por métodos combinados aos 90 dias após a fabricação.....	95

APÊNDICE

Tabela 1: Frequência relativa de massa total do fruto da mangabeira cultivada em quatro ambientes distintos no Estado de Alagoas.....	107
Tabela 2: Teste de médias para as variáveis “peso total do fruto de mangaba” (PF), “Rendimento de polpa + casca” (RPC), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF) e relação comprimento e diâmetro (C/D) em cultivadas em quatro ambientes do Estado de Alagoas.....	110
Tabela 3: Frequência relativa de formato e cor do fruto da mangabeira cultivada em quatro áreas distintas no Estado de Alagoas.....	111

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1 Aspectos gerais da mangabeira.....	18
2.2 Característica dos frutos de mangaba.....	20
2.3 Colheita e pós-colheita da mangaba.....	21
2.4 Polpa de mangaba.....	22
2.4.1 Características físico-químicas da polpa de mangaba.....	24
2.4.2 Características microbiológicas da polpa de mangaba.....	24
2.4.3 Fungos filamentosos e leveduras em polpas de frutas.....	25
a) <i>fungos filamentosos</i>	25
b) <i>leveduras</i>	26
2.5 Métodos de conservação de polpas de frutas.....	27
2.5.1 Tratamento térmico.....	27
2.5.2 Tecnologia de armazenagem.....	29
a) <i>congelamento</i>	29
b) <i>resfriamento</i>	29
2.5.3 Tratamento químico.....	30
a) <i>benzoato de sódio</i>	30
b) <i>metabissulfito de potássio</i>	31
2.5.4 Métodos combinados de conservação de polpa.....	32
3 REFERÊNCIAS.....	34

CAPÍTULO I: Caracterização físico-química da polpa de mangaba (*Hancornia speciosa* G.)
conservada por métodos combinados

RESUMO.....	43
ABSTRACT	44
1 INTRODUÇÃO.....	45
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	47
2.1 Metodologia de análises físico-químicas.....	49
a) <i>sólidos solúveis</i>	49
b) <i>pH</i>	49
c) <i>acidez titulável</i>	49
d) <i>ácido ascórbico</i>	49

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
3.1 pH.....	50
3.2 Acidez total titulável (ATT).....	52
3.3 Sólidos solúveis (°Brix).....	54
3.4 Vitamina C.....	56
4 CONCLUSÕES.....	59
5 REFERÊNCIAS.....	60

CAPÍTULO II: Avaliação do desenvolvimento de fungos filamentosos e leveduras em polpas de mangaba (*Hancornia speciosa* G.) conservadas por métodos combinados

RESUMO.....	63
ABSTRACT	64
1 INTRODUÇÃO	65
2 MATERIAL E MÉTODOS	67
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
4 CONCLUSÕES	78
5 REFERÊNCIAS	79

CAPÍTULO III: Avaliação sensorial de suco de mangaba (*Hancornia speciosa* G.) produzido a partir de polpas conservadas por métodos combinados

RESUMO	82
ABSTRACT	83
1 INTRODUÇÃO	84
2 MATERIAL E MÉTODOS	87
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	92
4 CONCLUSÃO	98
5 REFERÊNCIAS	99

APÊNDICE: Caracterização morfológica dos frutos de mangaba (<i>Hancornia speciosa</i> Gomes) produzidos em Alagoas	101
--	------------

INTRODUÇÃO GERAL

**Conservação da Polpa de Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) por
Métodos Combinados**

1 INTRODUÇÃO GERAL

A mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) é uma espécie nativa de regiões tropicais do Brasil que cresce e se desenvolve bem mesmo em solos de baixa fertilidade. No Nordeste, as maiores quantidades desta frutífera se encontram em áreas litorâneas e nos tabuleiros costeiros.

O fruto, saboroso e nutritivo, possui grande aceitação para o consumo *in natura*. Mas por ser uma fruta bastante perecível, com tempo de prateleira curto, a sua maior importância econômica se dá através da comercialização para as agroindústrias de polpas de frutas, que por sua vez, destina-se a produção de sucos, sorvetes, geléias e outros.

A sazonalidade, alta procura e ainda a diminuição gradativa das populações naturais de mangabeiras, aliada à inexistência de cultivos melhorados tecnologicamente, fazem refletir numa elevação constante do preço da mangaba. Com isso, as agroindústrias precisam dispor de valores elevados de capital para adquirir toda matéria-prima indispensável à oferta de produtos durante a entressafra. Não obstante, os investimentos em infraestrutura também são enormes, precisa-se de muito espaço para armazenamento em câmaras frigoríficas ao longo da entressafra, implicando assim, em alto consumo de energia elétrica.

Neste sentido, uma das alternativas que vem sendo estudada visando à redução dos custos de produção de polpas de frutas é a combinação de métodos de conservação. A preservação de alimentos por métodos combinados pode ser obtida de formas diversas, através de uma leve redução na atividade de água, decréscimo no pH, adição de agentes antimicrobianos e/ou moderado tratamento térmico. Com isso, é possível obter um produto estável, armazenando-se em condições de refrigeração ou, até mesmo, à temperatura ambiente.

Os métodos de conservação são aplicados também visando à minimização de perdas de qualidade que ocorrem antes e durante o armazenamento das polpas. Os danos causados à segurança alimentar podem ser desencadeados por fatores intrínsecos e extrínsecos. Entre eles, o ambiente no qual a matéria-prima foi higienizada e a temperatura de estocagem das frutas, ainda praticada pelo produtor, condicionada à presença de microrganismos deterioradores que podem se proliferar em condições propícias, antes mesmo do processamento da polpa.

As bactérias, leveduras e os fungos filamentosos são os microrganismos de maior destaque como agentes potenciais de deterioração e como eventuais patógenos ao homem (Valsechi, 2006). Os últimos são frequentemente sensíveis a elevadas temperaturas e, raramente, estão associados a processos de deterioração de produtos ácidos que sofreram tratamento térmico, como a pasteurização. Mas existem fungos termo resistentes que podem permanecer ativos mesmo após sofrerem o tratamento térmico. Portanto, é de suma importância a junção de técnicas visando o aumento do espectro de ação contra estes microrganismos.

Os aditivos conservantes são substâncias que retardam os processos de deterioração de produtos alimentícios (Evangelista, 2000) e tem sido importante na adoção de técnicas que visem além da ação antimicrobiana, atuar na estabilização das propriedades físico-químicas. Os compostos de enxofre, por exemplo, atuam como agentes antioxidantes, anti fermentativos, antifúngicos, inibidores do escurecimento e da deterioração bacteriana (Bragagnolo et al., 2001; Taveira e Novaes, 2007). Outros princípios ativos, como o ácido benzóico, podem agir de forma mais específica, por ser permeável a membrana dos microrganismos e entrar passivamente no interior da célula de forma a elevar a acidez. A diminuição do pH intracelular resulta no enfraquecimento do gradiente da membrana que afeta o transporte ativo de aminoácidos e nutrientes, além de reduzir o metabolismo da glicose (Stratford e Anslow, 1998; Brul e Coote, 1999).

Estudos sobre métodos combinados de conservação em polpas de frutas têm sido realizados por diversos pesquisadores e os resultados são satisfatórios. A aplicação da pasteurização tem representado uma melhoria expressiva na qualidade microbiológica de polpas de cajá, cupuaçu, graviola, manga, maracujá, pêssego e umbu-cajá (Tavares Filho, 2007; Costa et al., 2003; Teixeira et al., 2006; Neves et al. 2007; Monteiro et al., 2005; Araújo et al., 2010; Santos, 2009).

Considera-se que a eficiência do método de conservação é obtida quando se proporciona estabilidade das substâncias nutritivas, das características físicas, sensoriais e microbiológicas, aliadas ao baixo custo e fabricação e de estocagem da polpa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais da mangabeira

A mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) é uma espécie frutífera que ocorre espontaneamente nas regiões Centro-Oeste, Norte, Nordeste e Sudeste do Brasil, onde os frutos maduros são apreciados para o consumo *in natura* e, principalmente, na fabricação de polpa para sucos e sorvetes, além de licores e geleias. Na medicina popular, a casca, o látex (leite do tronco), raiz e folhas são remédios que combatem a hipertensão, diabetes, o colesterol alto, úlceras e gastrite (EMBRAPA, 2011).

É uma espécie perenifólia, nativa de regiões de clima tropical, ocorrendo, sobretudo, em áreas de vegetação aberta (cerrados, tabuleiros e baixadas litorânea), com temperatura média ideal entre 24 e 26 °C, embora se encontre em zonas com temperaturas mínimas e máximas de 15 e 43 °C, respectivamente (MOURA, 2005).

Apresenta maior desenvolvimento vegetativo nas épocas de temperaturas mais elevadas e pode ser encontrada em várias altitudes, desde o nível do mar até em áreas com 1.500 m. Apesar de serem encontradas a vegetar em solos arenosos, ácidos, pobres em nutrientes e em matéria orgânica, a mangabeira apresenta melhor desenvolvimento em solos areno-argilosos profundos, drenados e com bom teor de matéria orgânica (LEDERMAN et al., 2000).

A planta atinge de quatro a seis metros de altura, copa de quatro a cinco metros de diâmetro, folhas verdes lanceoladas e flores alvas com cheiro suave. A produção de frutos inicia entre o terceiro e o quinto ano após o plantio, sendo que, a partir do quinto ano, a cultura pode proporcionar produtividades de 10 a 12 t/ha (EMBRAPA, 2011).

As flores são hermafroditas e apenas 22%, aproximadamente, transformam-se em frutos. O que corresponde a um alto índice de abortamento de estruturas florais (MENINO et al., 2000).

De acordo com estudo realizado por Darrault e Schlindwein (2006), a mangabeira é auto-incompatível, exigindo genótipos diferentes da espécie e polinizadores específicos para que ocorram a fecundação cruzada e a produção de frutos.

A polinização da mangabeira necessita de polinizadores autóctones que utilizem peças bucais longas como os esfingídeos, abelhas solitárias e borboletas (SCHLINDWEIN et al., 2012). O aumento da frequência de polinizadores leva a uma taxa de frutificação mais alta, frutos maiores e com mais sementes. Desta forma, é favorável que as plantas estejam inseridas numa matriz de vegetação natural com alta heterogeneidade ambiental e elevada diversidade de plantas, que possam fornecer alimento para os polinizadores adultos nos períodos em que a mangabeira não estiver florida (DARRAULT e SCHLINDWEIN, 2006).

Estudos recentes têm comprovado que há uma estreita relação entre micorrizas e raízes da mangabeira, provavelmente esta característica contribui para que a espécie tenha a surpreendente capacidade de se tornar exuberante em solos com baixa disponibilidade de fósforo como nos neossolos quartizarênicos e latossolos distróficos das baixadas litorâneas e tabuleiros costeiros, respectivamente, onde naturalmente se encontram no Estado de Alagoas. Cardoso Filho et al. (2008) avaliaram o crescimento de mudas de mangabeira inoculadas com micorrizas sob crescentes dosagens de fósforo e concluíram que a espécie é mais responsiva à inoculação com fungos micorrízicos do que à adição de fósforo.

A mangabeira pode ser propagada tanto por partes vegetativas como por sementes, mas devido às poucas informações a respeito do uso da enxertia na espécie, e principalmente por se tratar de uma espécie auto-incompatível, como afirmaram Darrault e Schlindwein (2006), a propagação assexuada deve ser criteriosamente estudada antes de haver recomendações técnicas desta prática. A disseminação da mangaba nos cultivos comerciais atualmente ocorre através do plantio de mudas oriundas de sementes.

Além das potencialidades para o consumo direto ou como matéria-prima para as agroindústrias de alimentos, a mangaba possui propriedades farmacológicas importantes por produzir um látex que é considerado um medicamento caseiro para tratamento de tuberculose e úlceras. Segundo Moraes et al. (2008), o suco leitoso da fruta e o látex e tem ação anti *Helicobacter pylori* e o efeito gastroprotetor do extrato da casca do caule da mangabeira, possui efetividade no combate e cicatrização de úlceras gástricas por sua capacidade de estimular a síntese de muco e produzir efeito anti-secretório.

Com base no potencial econômico dessa frutífera, as instituições de pesquisa agropecuária do Nordeste têm realizado estudos com objetivo de domesticar a espécie, verificar seu comportamento fisiológico e produtivo de modo a fomentar a expansão de pomares comerciais (MOURA, 2005), pois, embora as condições climáticas sejam excelentes para seu cultivo no Nordeste, não há motivação para o plantio por falta de instruções técnicas que fundamentem um aproveitamento racional, constituindo assim, numa grande barreira a exploração de suas potencialidades.

2.2 Característica dos frutos de mangaba

O fruto conhecido como mangaba, é uma baga, geralmente de formato oblongo e casca amarelada com manchas vermelhas quando maduro. Em trabalhos realizados pelo autor, foi constatado rendimento de polpa superior a 85% e variação de peso de frutos entre 2,6 g e 65,6 g (Apêndice 1). A polpa é cremosa, suculenta, ligeiramente ácida e um tanto leitosa ao amadurecer (ARAÚJO et al., 2009).

A mangaba tem comportamento típico de fruto climatérico (MOURA, 2005), na maturação destes frutos, o teor de sólidos solúveis totais tende a aumentar devido a biossíntese de açúcares solúveis ou à degradação de polissacarídeos, além dos ácidos que podem ser convertidos em açúcares, mesmo a fruta já estando desligada da planta (KAYS, 1997). É uma fruta nutritiva, fonte de vitamina A, vitaminas do complexo B e C. Também apresenta em sua composição fibras, minerais como ferro, cálcio e fósforo. Na alimentação pode ser considerada, dentre outros constituintes, excelente fonte de ferro e vitamina C (SILVA JÚNIOR, 2004).

O alto conteúdo de sólidos solúveis totais associados à elevada acidez, além do paladar exótico, conferem à mangaba um sabor muito apreciado pelos consumidores, sendo utilizados para o consumo *in natura*, e principalmente, sob a forma de suco, prestando-se também para a fabricação de compota, doce em calda, sucos, polpas, licores, sorvetes, xaropes e, pelo processo de fermentação, é produzido vinho, vinagre e álcool (GALDINO, 1996).

A oferta de frutos de qualidade adequada, homogênea e constante ao longo do tempo contribui de forma decisiva para a satisfação dos clientes. Nesse contexto, são identificados gargalos que precisam ser sanados, pois existem elevados níveis de variações fenotípicas quanto às características dos frutos (GANGA, 2010).

As variações certamente decorrem dos diversos efeitos ambientais nos locais de ocorrência natural, tais como o tipo de solo, temperatura, altitude, pluviosidade, etc. Além destes fatores, havendo restrição ao fluxo gênico devido à auto-incompatibilidade, os efeitos da seleção e deriva, promovem também, a diferenciação genética entre as populações de *Hancornia speciosa* (GANGA *et al.*, 2010).

2.3 Colheita e pós-colheita da mangaba

O período de safra, geralmente, ocorre em duas épocas do ano. A primeira vai de janeiro a março e a segunda de julho a dezembro (AGUIAR FILHO *et al.*, 1998). Em parte do Nordeste a colheita é feita tradicionalmente por mulheres, agricultoras extrativistas, conhecidas como “catadoras de mangaba” (SCHMITZ *et al.*, 2010).

O trabalho das catadoras consiste em derrubar o fruto “de vez”, com auxílio de um gancho de arame, acoplado ou não a uma vara, e colher os frutos que caem. Após a catação, os frutos são colocados em baldes e transportados para as residências. Embora, aqueles frutos colhidos ao caírem no chão naturalmente sejam reconhecidos como mais saborosos, são sensíveis ao manuseio e transporte (SANTOS *et al.*, 2010).

Segundo Schmitz *et al.* (2006), as catadoras de mangaba habitam áreas de restinga e tabuleiros costeiros e têm conseguido conservar as mangabeiras, ao longo dos anos, a partir de um manejo tradicional que alia o extrativismo da mangaba à coleta de produtos do manguezal, à pesca, à agricultura, sendo renda caracterizada pela pluriatividade.

A mangada é extremamente perecível (CARNELOSSI *et al.*, 2004). Devido à falta de conhecimento dos fornecedores de frutas com relação ao processamento de alimentos, frequentemente ocorrem perdas, especialmente por meio da ação deteriorante de microrganismos. A lavagem da mangaba, por exemplo, geralmente é feita pelos próprios catadores em locais inadequados. A estocagem dos frutos para posterior encaminhamento às indústrias também pode ser um ponto crítico no controle de qualidade das mangabas. Qualquer rompimento no tecido induz a aceleração de atividades fisiológicas, reações bioquímicas e/ou infecções por microrganismos, que resultam na deterioração do produto (PORTE e MAIA, 2001).

A casca pode abrigar microrganismos que através do seu rompimento favorece a penetração e podem se prolifer rapidamente nos tecidos internos (EVANGELISTA, 2000). Além disso, a respiração é um dos principais processos fisiológicos que continua ocorrendo após a colheita e pode ser intensificado após a ruptura da casca, neste processo há degradação oxidativa de substâncias complexas presentes nas células, como amido, açúcares e ácidos orgânicos em moléculas simples, CO_2 e H_2O , com produção de energia (KLUGE et al., 2002).

Os frutos climatéricos apresentam naturalmente alta taxa respiratória, desencadeado por um aumento na produção de etileno, próximo ao final de maturação. Desse modo, para ampliar o período de conservação desses produtos, há necessidade de reduzir as taxas de deterioração pela adequação das condições de armazenamento (GOMES, 1996).

O armazenamento dos frutos não deve ser entendido como um método de melhoria da qualidade, mas sim, como uma alternativa para a manutenção da mesma, objetivando o prolongamento do período de comercialização (MOURA, 2005).

2.4 Polpa de mangaba

A Polpa de fruta é definida como um produto não fermentado, não pasteurizado, não diluído, obtida pelo esmagamento de frutos polposos, através de um processo tecnológico adequado, com um teor mínimo de sólido solúveis totais provenientes da parte comestível do fruto, específico para cada polpa de fruta, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000),

A fabricação de polpas de frutas constitui uma forma eficiente de reverter possíveis problemas de perecibilidade, além da grande importância como matéria prima em indústrias de conservas de frutas, que podem produzir as polpas nas épocas de safra, armazená-las e reprocessá-las nos períodos mais propícios, ou segundo a demanda do mercado consumidor, como doces em massa, geléias e néctares (BUENO et al., 2002). Isso proporciona disponibilidade de frutos climatéricos no período de entressafra, evita a desocupação do pessoal das fábricas nesse período, atende a demanda do comércio e, consequentemente, evitará um desequilíbrio acentuado dos preços em épocas de escassez.

O processamento de frutas tem sido uma fonte de recursos muito importante para o Brasil, pois os frutos de origem tropical possuem taxas respiratórias altas e podem ser conservados frescos apenas durante pouco tempo (AWAD, 1993).

O comércio de polpas de frutas no Brasil vem aumentando consideravelmente nos últimos anos. A industrialização está se tornando cada vez mais forte e a demanda por esses produtos também só tende a crescer. Existe, sobretudo, uma preocupação quanto à padronização da produção, pois devido à inexistência de padrões para todos os tipos de frutas, encontram-se no mercado produtos sem uniformidade, em que muitas vezes as unidades processadoras se compõem, em sua maioria, de pequenos produtores, dos quais grande parte ainda utiliza processos artesanais (BUENO et al., 2006; PEREIRA et al., 2006).

A polpa deve ser preparada com frutas limpas, isentas de matéria terrosa, de parasitas e de detritos animais ou vegetais. Não deve conter fragmentos de partes não comestíveis da fruta, nem substâncias estranhas a sua composição normal (MORAES, 2006).

Com a crescente demanda de polpa de fruta congelada no Nordeste, tem havido expressiva evolução no setor, principalmente no que diz respeito à modernização dos equipamentos e no aperfeiçoamento dos processos envolvidos na fabricação, onde são favorecidas variáveis que contribuam com a redução dos custos de mão-de-obra e melhor aproveitamento da matéria prima. Ainda assim, para as diferentes frutas tropicais processadas, a maioria das metodologias adotadas englobam as seguintes etapas: recepção; lavagem das frutas em três fases, aspersão ou imersão para retirada das impurezas, banho de imersão em água + hipoclorito por tempo determinado e enxágue; seleção dos frutos; tratamento ou descasque; trituração ou desintegração; despulpamento e refino; tratamento térmico (se houver); envase; congelamento; e armazenamento (MORAES, 2006).

As frutas recebidas congeladas nas fábricas, geralmente recebem um processamento diferenciado e algumas etapas descritas acima são eliminadas. Especificamente no caso da mangaba que é feita a recepção das frutas ensacadas e congeladas. Então, faz-se a pesagem e são dispensadas da lavagem, seleção e do tratamento, ou seja, da recepção as frutas vão direto para o despulpamento. Isso ocorre devido à limpeza, seleção e o tratamento ter ocorrido antes de fazer o ensacamento dos frutos para serem congelados, ainda com os colhedores. Nestas

circunstâncias, a agroindústria não possui total controle de qualidade da polpa beneficiada, em função de parte do processo ter sido realizado pelos fornecedores da matéria-prima.

Recentemente várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas englobando um conjunto de técnicas específicas para fabricação de polpas de frutas tropicais (NEVES, et al., 2007; TAVARES FILHO, 2007; RIBEIRO, 2009). As combinações de métodos de conservação, além de possibilitar a obtenção de um produto seguro, também contribuem com a redução de custos de armazenamento e melhoria da comercialização.

2.4.1 Características físico-químicas da polpa de mangaba

A padronização das polpas segue a Instrução Normativa nº 01, de 07 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que estabelece os padrões de qualidade, cujos teores mínimos e máximos para polpa de mangaba estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Padrões de identidade e qualidade da polpa de mangaba.

Parâmetros	Mínimo	Máximo
Sólidos solúveis em °Brix, 20 °C	8,0	-
pH	2,80	-
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	0,7	-
Sólidos totais naturais da mangaba (g/100g)	-	10,00
Sólidos totais (g/100g)	8,5	-

Fonte: BRASIL (2000)

Moura (2005) ao estudar a fisiologia do amadurecimento de frutos de mangaba observou que os frutos amadurecidos apresentaram: 12,93% de sólidos solúveis; pH 3,3; acidez total titulável 1,7% (ATT- expresso em percentual de ácido cítrico); aproximadamente 8 mg.100g⁻¹ e 5 mg.100g⁻¹ de açúcares redutores e não redutores, respectivamente; e 590 mg.100g⁻¹ de ácido ascórbico.

Assim, a mangaba constitui uma importante fonte de nutrientes e de fácil digestão, cuja demanda pela indústria é crescente (MACÊDO et al. 2003).

2.4.2 Características microbiológicas da polpa de mangaba

A polpa de mangaba deve obedecer aos padrões microbiológicos estabelecidos para polpas de frutas concentradas ou não, com ou sem tratamento térmico, refrigeradas ou congeladas, conforme Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 (ANVISA, 2001):

- Coliformes fecais - máximo 10^2 NMP.g⁻¹ (número mais provável por grama);
- Salmonella - ausente em 25 g.

O limite máximo de fungos filamentosos e leveduras é regulamentado pela Instrução Normativa nº 01 de 2000, do MAPA (BRASIL, 2000), a qual determina que a soma de fungos filamentosos e leveduras não deve ultrapassar de 5.10^3 . g⁻¹ UFC para polpa “in natura”, congelada ou não, e 2.10^3 .g⁻¹ UFC para polpa conservada quimicamente e/ou que sofreu tratamento térmico.

2.4.3 Fungos filamentosos e leveduras em polpas de frutas

a) fungos filamentosos

Os fungos filamentosos são microrganismos pluricelulares, que representam um grupo importante de deterioradores dos alimentos. Os fungos da microbiota natural das frutas são capazes de se desenvolver em uma ampla faixa de atividade de água e de pH, tolerando até pH tão baixo quanto zero, são pouco exigentes em nutrientes, fundamentalmente aeróbios e, em geral, apresentam baixa resistência térmica com limite superior para crescimento em torno de 60°C, de forma que em produtos pasteurizados sua presença é facilmente evitada (LEITÃO, 1973; SHIGEOKA, 1999; CORREIA NETO e FARIAS, 1999).

Torrezan et al. (2000) estudaram os gêneros e as espécies de fungos filamentosos isolados no ambiente industrial, nas frutas e em seus produtos, e identificaram na polpa de goiaba a presença de *Penicillium crustosum*, *Scopulariopsis sphaerospora*, *Penicillium solitum*, *Cladosporium sp*, *Coelomycetes* e *Ascomycetes* em polpa de morango com açúcar congelada.

Embora a maioria dos fungos filamentosos sejam facilmente destruídos pelo calor, algumas espécies que possuem a característica de produzir ascósporos (reprodução sexuada), como *Byssochlamys*, *Neosartorya* e *Talaromyces*, entre outras, demonstram uma alta resistência térmica (SALOMÃO et al., 2007; SLONGO e ARAGÃO, 2007; SANT'ANA et al., 2009).

A pasteurização normalmente aplicada aos produtos de frutas ativa os ascósporos dormentes, que germinam e permitem o crescimento dos fungos termorresistentes (ENGEL e TEUBA, 2001; SLONGO e ARAGÃO, 2006). As frutas que são colhidas diretamente do solo, ou próximas dele, são as mais afetadas pela deterioração por fungos termorresistentes (HOUBRAKEN et al., 2006).

Aragão (1989) apud Ferreira et al. (2011) isolou fungos dos gêneros *Byssoschlamys*, *Neosartorya*, *Talaromyces* e *Eupenicillium* em polpas de frutas e diferentes sucos. Rosenthal et al. (2002) verificaram a contaminação por fungos termorresistentes, principalmente do gênero *Byssoschlamys*, em sucos de abacaxi termicamente tratados. Welke et al. (2009) verificaram a presença de fungos do gênero *Byssoschlamys* spp. em suco de maçã, e Mattietto et al. (2007) detectaram tal presença em néctar misto de cajá e umbu.

As espécies de *Byssoschlamys* são capazes de crescer fermentando em baixos níveis de oxigênio, produzindo pectinases, resultando em uma desintegração da estrutura da fruta, além de serem potencialmente produtoras de patulina (HOCKING e PITT, 2001). A patulina é a principal micotoxina associada às espécies de *Byssoschlamys* e pode apresentar efeitos neurotóxicos, imunotóxicos e genotóxicos em animais. Também ocasiona distúrbios gastrointestinais, sendo um possível agente carcinógeno e mutagênico. Quando o limite máximo diário de 50 $\mu\text{g.L}^{-1}$ de patulina é excedido em sucos e outros produtos de frutas, há um risco potencial para o homem, principalmente crianças e imunodeficientes (SELMANOGLU e ARZU KOÇKAYA, 2004).

b) leveduras

As leveduras são fungos unicelulares, importantes deterioradores da polpa quando há condições propícias a sua multiplicação. São capazes de reproduzir-se vegetativamente por meio de brotamento das células ou, mais raramente, por fissão celular. Essas características conferem às leveduras a capacidade de multiplicar-se rapidamente em ambientes líquidos, que favoreçam a dispersão das células (TANIWAKI e SILVA, 2001).

A multiplicação de leveduras é normalmente acompanhada da produção de CO_2 e etanol, mas a deterioração também pode manifestar-se pela formação de película, turvação, floculação e, em alguns casos, esses microrganismos podem produzir pectinesterases que atacam a pectina e eliminam a turvação natural dos

sucos (ICMSF, 1980). Podem utilizar os ácidos orgânicos, resultando em elevação do pH e também produzir acetaldeído, que contribui para o odor fermentado. As exigências nutricionais são mínimas, sendo que muitas podem sintetizar uma ampla variedade de substâncias essenciais para o desenvolvimento, como vitaminas, aminoácidos e carboidratos, utilizam fontes simples de nitrogênio e são relativamente resistentes à inibição pelo CO₂ (UBOLDI EIROA, 1989).

A microbiota natural de leveduras em frutas é geralmente constituída por espécies de *Kloeckera*, *Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Pichia*, *Hansenula*, *Hanseniaspora*, *Debaryomyces*, *Torulopsis*, *Candida*, *Rhodotorula* e *Trichosporum*. (DEAK; BEUCHAT, 1986 apud FAZIO 2006).

2.5 Métodos de conservação de polpas de frutas

O desenvolvimento microbiano nos alimentos é condicionado por diversos fatores ambientais, como temperatura e umidade relativa, denominados extrínsecos e por fatores intrínsecos, sendo os principais a atividade de água, o pH, o potencial redox e a composição do alimento (LEITÃO, 1987 apud TORREZAN et al., 2000).

As polpas de frutas apresentam como características gerais: elevada Aa, potencial de óxido-redução positivo e baixo pH. Destes fatores, a elevada acidez restringe parcialmente a microbiota deterioradora, que se limita principalmente a bactérias lácticas e acéticas, fungos filamentosos e leveduras; sendo que os dois últimos, constituem os mais importantes agentes de deterioração de polpas e sucos de frutas (CARR, 1975).

Geralmente, a deterioração está associada a alterações sensoriais (aparência, odor, sabor, textura), resultantes da atividade metabólica dos microrganismos, que utilizam compostos do alimento como fonte de energia (CORRÊA NETO, 1999).

O processo de conservação de polpas de frutas deve, sobretudo, manter as características nutritivas e microbiológicas dentro dos padrões regulamentados, ser de baixo custo, além de conduzir a uma maior aceitação do produto pelos consumidores.

2.5.1 Tratamento térmico

O tratamento térmico é um dos métodos mais utilizados no processamento de alimentos. Dentre os principais métodos de conservação pelo calor aplicados em

produtos de frutas estão o branqueamento, esterilização e pasteurização (MORAES, 2006).

A pasteurização em polpas de frutas pode ser realizada seguida de enchimento a quente (*hot fill*) ou com adição de conservantes químicos (MORAES, 2006).

É um processo no qual se elimina parte dos microrganismos presentes através do calor, principalmente os patogênicos ao homem, além de inativar enzimas. A pasteurização pode ser feita em tacho encamisado, em pasteurizador tubular ou em trocadores de calor de superfície raspada. No caso de produtos pouco viscosos e com baixos teores de polpa, pode-se utilizar pasteurizadores de placas. A maioria das frutas é ácida, permitindo que o tratamento térmico seja brando, a temperaturas menores que 100°C (MORAES, 2006).

A pasteurização deve ser associada a outros processos de conservação como a refrigeração, o congelamento, o uso de conservantes químicos e embalagens herméticas. O binômio tempo/temperatura escolhido para o processamento depende principalmente da resistência térmica dos microrganismos e enzimas presentes e da sensibilidade do produto. Os tratamentos mais utilizados são os que utilizam altas temperaturas e curto tempo de exposição, pois causam menor dano ao produto (QUEIROZ e MENEZES, 2005).

A intensidade do tratamento térmico aplicado depende dos tipos de microrganismos presentes, na sua capacidade de proliferação e das condições ambientais que irão prevalecer durante o armazenamento do alimento. Geralmente, utiliza-se a esterilização para alimentos de baixa acidez e a pasteurização em alimentos ácidos ou muito ácidos (GONÇALVES E GERMER, 1995).

A combinação ideal de tempo e temperatura durante o processamento térmico tem por objetivo reduzir a carga microbiana e preservar as características físicas, químicas, nutricionais e sensoriais da fruta original (ROSENTHAL et al., 2003).

Segundo Arnoldi (2002), entre as principais reações que podem ocorrer durante o processamento térmico em alimentos está a desnaturação de proteínas e enzimas, a oxidação lipídica, transformação de microcomponentes (vitaminas), reações envolvendo aminoácidos, reações envolvendo açúcares, etc.

Bastos et al. (2008) estudaram a eficiência do tratamento da pasteurização em polpas de cajá e verificaram a redução de aproximadamente 99,99% em relação a carga inicial de microrganismos mesófilos aeróbios. Resultados semelhantes foram obtidos por Teixeira et al. (2006), os quais concluíram que a pasteurização da polpa de graviola a 80°C ou 90°C é uma técnica que pode ser aplicada com bastante eficiência na conservação do produto.

2.5.2 Tecnologia de armazenagem

a) congelamento

O congelamento envolve o decréscimo da temperatura até -18°C ou abaixo, a cristalização da água e dos solutos. O uso de baixas temperaturas pode controlar a velocidade na qual moléculas podem se mover, determinando assim a taxa de reações que ocorrem no alimento. A velocidade de uma reação geralmente duplica com um aumento de 10°C (FENNEMA, 1973 apud COLLA e PRENTICE-HERNÁNDEZ, 2003).

Quanto à influência dos processos de congelamento sobre microrganismos, é conhecido que a temperatura limite para o crescimento de microrganismos em alimentos é de -5°C a -8°C, e de até 3°C abaixo para as leveduras. O crescimento de microrganismos não ocorre a -18°C, temperatura utilizada na estocagem de polpas de frutas; entretanto, *Pseudomonas* sp. e leveduras podem ser encontrados, mas sem apresentar crescimento (GEIGES, 1996).

Os principais fatores responsáveis pela morte ou injúria de microrganismos, durante os processos de congelamento, são: danos mecânicos às paredes celulares e membranas devido à formação de cristais intracelulares; perda do balanço eletrolítico resultante da desidratação e aumento da concentração de solutos devido à formação de gelo, podendo levar à desnaturação de proteínas; ruptura de membranas devido à máxima compressão e diminuição do volume celular; e danos devido a processos de recristalização (GEIGES, 1996).

b) resfriamento

Armazenamento resfriado de produtos perecíveis normalmente é feito a temperatura entre -1,5 e +10°C. Monteiro et al. (2005) avaliaram as características físico-químicas e microbiológicas da polpa de maracujá processada e armazenada sob refrigeração e concluíram que, após a pasteurização, as polpas podem ser

armazenadas sob refrigeração, entre +5 e +10°C, que praticamente as características físico-químicas não são afetadas, com exceção do conteúdo de vitamina C. Havendo também quantidade microrganismos em consonância com a legislação pertinente, durante 180 dias de armazenamento.

Os microrganismos psicrotróficos, ainda assim, constituem-se num grave problema quando se trata de alimentos refrigerados, já que continuam a crescer sob refrigeração, embora não às mesmas taxas que sob temperatura ambiente. Fungos filamentosos, por exemplo, são geralmente capazes de crescer em faixas de temperatura mais amplas do que as bactérias, sendo que muitos crescem em alimentos refrigerados. Já as leveduras não são muito tolerantes a altas temperaturas, crescendo preferencialmente nas faixas mesófila e psicrófila (INSUMOS, 2011).

2.5.3 Tratamento químico

Os aditivos conservadores são substâncias que retardam os processos de deterioração de produtos alimentícios, protegendo-os contra a ação microbiana ou de enzimas e, desta forma, proporciona aumento do período de vida útil dos alimentos (EVANGELISTA, 2000).

A Instrução Normativa Nº 01 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, de 07 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000), trata da fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta, e estabelece que a polpa de fruta destinada à industrialização de outras bebidas e não destinada ao consumo direto poderá ser adicionada de aditivos químicos previstos para a bebida a que se destina. As quantidades de conservantes nestes produtos são regulamentadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, através da Resolução da Diretoria Colegiada – RDC Nº 05, de 15 de janeiro de 2007 (ANVISA, 2007).

a) benzoato de sódio

O benzoato de sódio é um pó cristalino estável, de sabor suave e adstringente, com solubilidade em água fria de 66g/100ml a 20°C (alta solubilidade) sendo que não interfere na coloração dos alimentos. Os benzoatos são eficazes na faixa de pH 2,5-4,0 e perdem boa parte de sua eficiência em pH>4,5. Sendo assim é muito eficiente no controle de fungos filamentosos e leveduras. Trata-se de um agente antimicrobiano muito efetivo nos alimentos altamente ácidos, drinques de

frutas, cidras, bebidas carbonatadas e picles. Utiliza-se, geralmente, uma concentração de aproximadamente 500 mg.dm^{-3} de ácido benzóico para a conservação de bebidas a base de sucos de frutas (FORSYTHE, 2002).

As formas ativas do ácido benzóico e de seu sal de sódio, capazes de inibir a atividade microbiana, residem na molécula não dissociada, pois neste estado são solúveis em membrana celular microbiana e, aparentemente atuam como ionóforos, facilitando a entrada de prótons na célula, aumentando o suprimento de energia para que esta possa manter a constância de seu pH e também afetando o transporte de aminoácidos (GOULD et al. , 1989 apud JAY, 2005).

Ao entrar na célula viva por transporte passivo, devido à permeabilidade da membrana dos microrganismos ao conservador, o ácido não-dissociado se dissocia ($\text{RCOO}^- + \text{H}^+$) por ser o pH interno da célula mais elevado que o pKa do ácido (potencial de dissociação). A diminuição do pH intracelular resulta no enfraquecimento do gradiente da membrana, que representa o potencial eletroquímico empregado pela célula para transporte ativo de certos compostos como aminoácido, afetando o transporte de nutrientes (BRUL e COOTE, 1999). O citoplasma, assim acidificado, inibe o metabolismo, particularmente das enzimas da glicólise (STRATFORD e ANSLOW, 1998).

Freese et al. (1973) demonstraram que os benzoatos agem contra os microrganismos inibindo a absorção de moléculas de substratos pelas células. Stratford e Anslow (1998), relataram que o ácido benzóico e o ácido sórbico liberam menor número de prótons em relação a outros ácidos fracos, evidenciando outros mecanismos de inibição simultânea desses conservadores, como por exemplo, a atuação direta na membrana celular ou atuação como inibidor específico do metabolismo. Estes ácidos lipofílicos possivelmente passam a inibir ou até mesmo matar microrganismos através da modificação e permeabilidade das membranas celulares e pela ocorrência ou não de reações metabólicas primordiais para o desenvolvimento da atividade celular.

b) metabissulfito de potássio

O dióxido de enxofre (SO_2) atua com a finalidade de evitar o processo oxidativo e o desenvolvimento de microrganismos em alimentos. Os compostos de enxofre são considerados seguros quando usados de acordo com as boas práticas

de manufatura e dentro dos níveis recomendados para cada alimento (TOLEDO et al., 2008).

O dióxido de enxofre e seus sais, quando dissolvidos em água, criam um equilíbrio dependente do pH, que determinará a porcentagem de sulfito, bissulfito e SO₂ molecular na solução aquosa. Portanto, o fator mais importante na atividade anticéptica do SO₂ é o pH, pois quanto mais baixo o pH, maior será a sua ação antisséptica (INSUMOS, 2011).

A forma não dissociada do ácido sulfuroso parece ser responsável pela atividade antimicrobiana pelo fato de possuir maior facilidade de penetração nas membranas celulares. Isto comprova que tratamentos em meio ácido (pH inferior a 4,0), são mais eficazes (TOLEDO et al., 2008).

Os sulfitos têm diversas funções nos alimentos e bebidas, atuando como agentes sanitizantes, antioxidantes, antifermentativos, antifúngicos, inibidores do escurecimento e da deterioração bacteriana. Sua eficiência contra microrganismos depende das quantidades usadas, pois as leveduras e bactérias não têm a mesma sensibilidade e variam entre cepas diferentes, dentro do mesmo gênero e espécie (TOLEDO et al., 2008).

2.5.4 Métodos combinados de conservação de polpa

A aplicação de tecnologias de conservação de alimentos por métodos combinados tem se mostrado uma alternativa aos métodos tradicionais de conservação de polpa de frutas, permitindo muitas vezes reduzir os custos e obtenção de maior eficiência, comparativamente a aplicação de um método isolado (DAZA et al., 1991). Consiste na reunião adequada de vários parâmetros como tratamento térmico brando ou moderado, leve redução da atividade de água, redução do pH, adição simplesmente ou combinada de agentes químicos e outros (CHIRIFI e FAVETO, 1992).

Tradicionalmente, o processo de conservação de polpas de frutas é feito através do sistema de congelamento, que necessita da cadeia estrutural de frio e torna dispendioso o armazenamento desses produtos, inviabilizando, muitas vezes, a atividade para micro-empresários. O uso de métodos combinados dispensa o congelamento, já que conserva à temperatura maiores, reduzindo consideravelmente os custos de produção, além de ser uma tecnologia facilmente aplicável (TAVARES FILHO, 2007).

A conservação das frutas na forma de polpa com a adição de conservantes químicos, sob condições ambiente, são alternativas utilizadas por muitos estabelecimentos, particularmente os de pequeno porte, possibilitando a disponibilização de matéria prima para o processamento ao longo do ano (ARAUJO et al., 2010).

Não existem trabalhos científicos disponíveis na literatura que descrevam alternativas de conservação para polpa de mangaba, mas é possível perceber que existem problemas que devem ser sanados na conservação de polpas frutas de várias espécies tropicais, principalmente daquelas oriundas de produções sazonais e que a exploração agrícola acontece, predominantemente, de forma extrativista.

4 REFERÊNCIAS

ABREU, M. C.; NUNES, I. F. S.; OLIVEIRA, M. M. A. **Perfil microbiológico de polpas de frutas comercializadas em Teresina, PI.** Revista Higiene Alimentar, São Paulo, v. 17, n. 112, p. 78-81, 2003.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Aprova o Regulamento Técnico Sobre Atribuição de Aditivos e seus Limites Máximos para a Categoria de Alimentos.** Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 5, de 15 de janeiro de 2007. Disponível em: < www.anvisa.gov.br/legis/resol/2007/rdc/05_170107rdc.htm> Acesso em: 06 de janeiro de 2012.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Aprova o Regulamento Técnico Sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos.** Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Disponível em: < http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 08 de janeiro de 2012.

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

ARAGÃO, G. M. F. **Identificação e Determinação da Resistência Térmica de Fungos Filamentosos Termorresistentes Isolados de Polpa de Morango.** 1989. 139f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989.

ARAÚJO, I. A., et al. **Mangabeira: Características Físicas de Frutos da Mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) Cultivada na Zona da Mata Paraibana.** 2009. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/Mangabeira/index.htm>. Acesso em: 12 de novembro de 2011

ARAÚJO, P. F.; RODRIGUES, R. S.; DUARTE, A. P. **Qualidade de Polpa de Pêssegos Preservada por Métodos Combinados.** Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, Ponta Grossa, v. 01, n. 02, p. 8 – 16, 2010.

ARNOLDI, A. **Thermal processing and nutritional quality.** IN: HENRY, C. J. K.; CHAPMAN, C. The Nutrition Handbook for food processors. Boca Raton, CRC Press, 2002.

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

BASTOS, C. T. R. M.; LADEIRA, T. M. S.; ROGEZ, H.; PENA, R. S. **Estudo da Eficiência da Pasteurização da Polpa de Taperebá (*Spondias mombin*).** Alimentação e Nutrição, Araraquara, v.19, n. 2, p. 123-131, abr./jun. 2008.

BRAGAGNOLO, N.; SILVA, C. A.; TANIWAKI, M. H. **Avaliação dos Teores de Dióxido de Enxofre e da Qualidade Microbiológica de Cogumelos em**

Conserva. Revista Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, v. 60, n. 2, p. 103-107, out. 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa Nº 1, de 07 de janeiro de 2000, **Aprova o Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta.** Diário Oficial da União, 10 de janeiro de 2000, Seção 1, p. 54.

BRUL, S.; COOTE, P. **Preservatives Agents in Foods. Mode of Action and Microbial Resistende Mechanisms.** International Journal of Food Microbiology, v.50, n.1-2, p.1-17, 1999.

BUENO, S. M., et al. **Avaliação da qualidade de polpas congeladas.** Revista Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, v.62,n 2,p.121-126, 2006.

CARDOSO FILHO, J. A. **Mycorrhizal dependency of mangaba tree under increasing phosphorus levels.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.43, n.7, p.887-892, jul. 2008.

CARNELOSSI, M. A. G. et al. **Conservação pós-colheita de mangaba (Hancornia speciosa Gomes).** Revista Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1119-1125, 2004.

CARR, J. G. **The bacteriology of fruit juices.** Revista de Microbiologia, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 18-26, 1975.

CHIRIFE, J.; FAVETO, G.J. Some physico-chemical basis of food preservation by combined methods. Food Research International. v.25, n.5, p. 389-396, 1992.

COLLA, L. M.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. **Congelamento e Descongelo: sua influência sobre os alimentos.** Vetor, Rio Grande, n. 13, p. 53-66, 2003.

CORLETT Jr., P. A., BROWN, M. H. **pH and acidity.** In: International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Microbial ecology of foods: factors affecting life and death of microorganisms. New York : Academic Press, 1980. v. 1, p. 92-111.

CORRÊA NETO, R. J.; FARIA, J. A. F. **Fatores que influenciam na qualidade do suco de laranja.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 19, n. 1, p. 153-160, 1999.

COSTA, M. C., et al. **Conservação de Polpa de Cupuaçu [Theobroma grandiflorum (Willd. Ex Spreng.) Schum] por Métodos Combinados.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 2, p. 213-215, Agosto 2003.

DARRAULT, R. O.; SCHLINDWEIN, C. Polinização. In: SILVA JUNIOR, J. F.; LEDO, A. S. (Org.). **A cultura da mangabeira.** Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. p. 43-56.

DAZA, M.S.; VILLEGAS, Y.; MARTINEX, A. **Minimal water activity for growth of *Listeria monocytogenes* as affected by solute and temperature**. International Journal Microbiological. v.14, p. 333-337, 1991.

DEAK, T.; BEUCHAT, L. R. **Identification of foodborne yeasts**. Journal of Food Protection, v. 50, n. 3, p. 243-264, 1986.

EMBRAPA. **Pesquisas com catadoras de mangaba são reconhecidas como tecnologia social pelo BB**. 2011. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/embrapa/imprensa/noticias/2011/outubro/2a-semana/pesquisas-com-catadoras-de-mangaba-sao-reconhecidas-como-tecnologia-social-pelo-bb>>. Acesso em: 05 de janeiro de 2012.

ENGEL, G.; TEUBER, M. **Heat resistance of *Byssoschlamys nivea* in milk and cream**. International Journal of Food Microbiology, Oxford, v. 12, n. 2-3, p. 225-233, 1991. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016816059190073X>>. Acesso em: 06 de janeiro de 2012.

ETEC. **Medidor Atividade de Água Origem: Suíça**. Disponível em: <<http://www.etec.com.br/ref323.html>>. Acesso em: 24 de dezembro de 2011

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2000. 451-452 p.

FAZIO, M. L. S. **Qualidade Microbiológica e Ocorrência de Leveduras em Polpas Congeladas de Frutas**. 2006. 131f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2006.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos**. 2 ed., Porto Alegre, Editora Artmed, 2006.

FENNEMA, O.; POWRIE, W.; MARTH, E. **Low-Temperature Preservation of Foods and Living Matter**. 3. ed. New York: M. Dakker, 1973. 504 p.

FERREIRA, E. H. R; MASSON, L. M. P; ROSENTHAL, A. **Termorresistência de fungos filamentosos isolados de néctares de frutas envasados assepticamente**. Brazil Journal Food Technology, Campinas, v. 14, n. 3, p. 164-171, jul./set. 2011.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança Alimentar**. São Paulo: Artmed, 2002. 424 p.

FRANCO, C. F. O., et al. **Mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes)**. Disponível em <<http://www.emepa.org.br/publicac/mangabeira01.pdf>>. Acesso em: 05 de janeiro de 2012.

FREESE, E. SHEU, C.W., GALLIERS, E. 1973. **Function of Lipophilic Acids as Antimicrobial Food Additives**. Nature 241: 321-325 apud JaY, J. M. Microbiologia de Alimentos. 6 ed. São Paulo: Editora Artmed, 2005. 711p.

GALDINO, J. K. A. **Caracterização e Fenologia de Frutificação de Plantas Nativas de Mangabeira (*Hancornia speciosa*) em Caaporã, Litoral Paraibano**. 1996. 31 f. il. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 1996.

GANGA, R., et al. **Caracterização de frutos e árvores de populações naturais de *Hancornia speciosa* Gomes do cerrado**. Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal, v.32, n.1, p. 101-113, março 2010.

GEIGES, O. **Microbial processes in frozen foods**. Advances in Space Research, London, v. 18, n. 12, p. 109-118, 1996.

GOMES, M. S. O. **Conservação pós-colheita: frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa. SPI, 1996. 134p.

GONÇALVES, J. R.; GERMER, S. P. M. **Princípios de Esterilização de Alimentos**. Campinas: Ital – Rede de Núcleos de Informações Tecnológicas, 1995.

GOULD, G.W. **Mechanisms of Action of Food Preservation Procedures**. New York: Elsevier Applied Science, 1989, 201 p.

HOUBRAKEN, J.; SAMSON, R. A.; FRISVAD, J. C. **Byssochlamys: significance of heat resistance and mycotoxin in product ion**. Advances in Food Mycology, New York, v. 571, n. 3, p. 211-224, 2006.

ICMSF - International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Microbial ecology of foods. NewYork: AcademicPress, 1980. v.2, p. 997.

INSUMOS. **Conservação de Alimentos por Aditivos Químicos**. Disponível em: <www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/125.pdf>. Acesso em: 25 de dezembro de 2011.

JAY, J.M. **Microbiologia de Alimentos**, trad. Eduardo César Tondo et al., 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711p.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Exon Press, Athens, 1997, 531 p.

LEDERMAN, I. E., et al. **M. Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 35 p.

LEITÃO, M. F. de F. **Atividade de água e transformações microbiológicas de deterioração**. In: SEMINÁRIO SOBRE ATIVIDADE DE ÁGUA EM ALIMENTOS, 1., Campinas, 1987. Resumos... Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1987. v. 18, p. 1-12.

LEITÃO, M.F.F. **Microbiologia de sucos e produtos ácidos**. Boletim do ITAL, Campinas, n. 33, p. 9-42, 1973.

MACÊDO, L.S.; ARAÚJO, I. A.; Franco, C. F. O. **Caracterização Físico-Química de Frutos da Mangabeira Nativa e Naturalizada da Mata Paraibana**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA MANGABA, 1., Aracaju, 2003. Resumos... Aracaju: Embrapa semi-árido, 2003. CD-ROM.

MATTIETTO, R. A.; LOPES, A. S.; MENEZES, H. C. **Estabilidade do néctar misto de cajá e umbú**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 27, n. 3, p. 456-463, 2007.

MENINO, I. B.; FRANCO, C. F. O.; PAULINO, F. **Zoneamento Edafoclimático para a Cultura da Mangabeira**. João Pessoa: EMEPA-PB, 2000. 28p.

MONTEIRO, M.; AMARO, A. P.; BONILHA, P. R. M. **Avaliação Físico-Química e Microbiológica da Polpa de Maracujá Processada e Armazenada sob Refrigeração**. Alimentação e Nutrição, Araraquara. v. 16, n. 1, p. 71-76, jan./mar. 2005.

MORAES, I. V. M. **Dossiê Técnico: Produção de Polpa de Fruta Congelada e Suco de Frutas**. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <sbdt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTE3>. Acesso em: 06 de janeiro de 2012.

MORAES, T. M. et al. **Hancornia speciosa: indications of gastroprotective, healing and antiHelicobacter pylori actions**. Journal of Ethnopharmacology, n.120, p.161-168, 2008. Disponível em <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18761076>> Acesso em: 07 de janeiro de 2009.

MOURA, F. T. **Fisiologia da maturação e conservação pós-colheita de mangaba**. 2005. 98p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.

NEVES, L. C., et al. **Produção de polpas de mangas Tommy Atkins, na Amazônia Setentrional, Através da Aplicação de Preservativos e da Pasteurização**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 576-582, Dezembro 2007.

NUTRIÇÃO EM FOCO. 2010. Disponível em: <<http://www.nutricaoemfoco.com/2010/01/15/mangaba/>> Acesso em: 05 de janeiro de 2012.

PAIVA SOBRINHO, S.; SILVA, A. J.; MORAIS, P. B. **Estudo dos Frutos e Sementes de Mangaba (Hancornia Speciosa) do Cerrado**. Disponível em: <http://www.prp.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/ini-cien/eventos/sic2005/arquivos/bio_logicas/estudo_frutos.pdf>. Acesso em: 06 de janeiro de 2012.

PAIVA SOBRINHO, S.; SILVA, A. J.; MORAIS, P. B. **Estudo dos Frutos e Sementes de Mangaba (Hancornia Speciosa) do Cerrado**. Disponível em: <http://www.prp.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/ini-cien/eventos/sic2005/arquivos/bio_logicas/estudo_frutos.pdf>. Acesso em: 06 de janeiro de 2012.

PEREIRA, J. M. A. T. K., et al. **Avaliação da Qualidade Físico-Química, Microbiológica e Microscópica de Polpas de Frutas Congeladas Comercializadas na Cidade de Viçosa-MG**. Alimentação e Nutrição, Araraquara, v. 17, n. 4, p. 437-442, 2006.

PORTE, A.; MAIA, L. H. **Alterações fisiológicas, bioquímicas e microbiológicas de alimentos minimamente processados**. Curitiba, v. 19, n. 1, 2001. Disponível em: <ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/alimentos/article/download/.../1027>. Acesso em: 05 de janeiro de 2012.

QUEIROZ, E. C.; MENEZES, H. C. **Suco de Laranja**. IN: VENTURINI FILHO, W. G. Tecnologia de Bebidas: matéria-prima, processamento, BOF/APPCC, legislação e mercado. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. Capítulo 11. P. 221-254.

RIBEIRO, M. L. **Efeito do Processamento Térmico nas Características Física-Químicas, Nutricionais, Microbiológicas e na Atividade Enzimática de Polpa de Mamão Formosa (*Carica papaya* L.)**. 2009. 90f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

ROSENTHAL, A., et al. **Processo de produção**. In: Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial: polpa e suco de frutas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica - Embrapa Hortaliças, 2003. p.123. (Série Agronegócios).

ROSENTHAL, A.; GUERRA FILHO, D.; XAVIER, A.; DUARTE, S. **Fungos filamentosos termorresistentes em linha de suco de abacaxi envasado assepticamente**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., 2004, Porto Alegre. Resumos... Porto Alegre: SBCTA, 2002. p. 28.

SALOMÃO, B. C. M.; SLONGO, A. P.; ARAGÃO, G. M. F. **Heat resistance of *Neosartorius fischeri* in various juices**. LWT – Food Science and Technology, Oxford, v. 40, n. 4, p. 676-680, 2007.

SANT'ANA, A. S.; ROSENTHAL, A.; MASSAGUER, P. R. **Heat resistance and the effects of continuous pasteurization on the inactivation of *Byssochlamys fulva* ascospores in clarified apple juice**. Journal of Applied Microbiology, Malden, v. 107, n. 1, p. 197-209, 2009. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2672.2009.04195.x/full>>. Acesso em: 06 de janeiro de 2012.

SANTOS, M. B. **Conservação da Polpa de Umu-Cajá (*Spondias Spp*) por Métodos Combinados**. 2009. 76f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2009.

SCHLINDWEIN, C., et al. **Diagnóstico e Manejo dos Polinizadores da Mangabeira e Aceroleira**. Disponível em: <<http://www.ufpe.br/plebeia/mangacerol.html>>. Acesso em: 07 de janeiro de 2012.

SCHMITZ, H.; MOTA, D. M.; CARDOSO, L. F. C. **Movimento das catadoras de mangaba: a conquista de uma identidade**. IN: Seminário Nacional e I Seminário

Internacional, 3., Florianópolis, 2010. Anais... Disponível em: < <http://www.sociologia.ufsc.br/npms/mspd/a006.pdf>> Acesso em: 07 de janeiro de 2012.

SCHMITZ, H.; MOTA, D.M.; SILVA JÚNIOR., J.F. **Gestão coletiva de bens comuns e conflito ambiental: o caso das catadoras de mangaba.** In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE (ANPPAS), 3, Brasília, 2006.

SELMANOGLU, G.; ARZU KOÇKAYA, E. **Investigation of the effects of patulin on thyroid and testis, and hormone levels in growing male rats.** Food and Chemical Toxicology, Oxford, v. 42, n. 5, p. 721-727, 2004. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691503003557>>. Acesso em: 06 de janeiro de 2012.

SHIGEOKA, D. S. **Tratamento térmico mínimo do suco de laranja natural: estudo da viabilidade de armazenamento em latas de alumínio.** 1999. 55 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

SILVA JUNIOR, J. F. **A Cultura da Mangaba.** Revista Brasileira de Fruticultura, v.26, n. 1, Jaboticabal, 2004.

SLONGO, A. P.; ARAGÃO, G. M. F. **Avaliação da resistência térmica de Byssochlamys nivea e de Neosartorya fischeri em suco de abacaxi.** Boletim CEPPA, Curitiba, v. 25, n. 2, p. 217-224, 2007.

SLONGO, A. P.; ARAGÃO, G. M. F. **Factors affecting the thermal activation of Neosartorya fscheri in pineapple and papaya nectars.** Brazilian Journal of Microbiology, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 312-316, 2006.

STRATFORD, M.; ANSLOW, P. A. **Evidence that sorbic acid does not inhibit yeast as a classic weak acid preservative.** Letters in Applied Microbiology, England, v. 27, p. 203-206, 1998.

TANIWAKI,M.H.; SILVA, N. **Fungos em alimentos: ocorrência e detecção.** Campinas: Núcleo de Microbiologia do ITAL, 2001. 82p.

TAVARES FILHO, L. F. Q. **Conservação da Polpa de Cajá por Métodos Combinados.** 2007. 46f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2007.

TAVEIRA, V. C.; NOVAES, M. R. C. G. **Consumo de Cogumelos na Nutrição Humana: uma revisão de literatura.** Ciência e Saúde, v. 18, n. 4, p. 315-322, 2007.

TEIXEIRA, C. K. B.; NEVES, E. C. A.; PENA, R. S. **Estudo da Pasteurização da Polpa de Graviola.** Alimentação e Nutrição, Araraquara, v.17, n. 3, p.251-257, jul./set. 2006.

TOLEDO, A. D., et al. **O Uso de Conservantes em Produtos Alimentícios**. 2008 Disponível em: <www.fcf.usp.br/Ensino/Graduacao/.../conservantes_alimentares.pdf> Acesso em: 24 de dezembro de 2011.

TORREZAN, R.; EIROA, M. N. U.; PFENNING, L. **Identificação de microrganismos isolados em frutas, polpas e ambiente industrial**. Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, Curitiba, v. 18, n. 1, p. 27-38, 2000.

UBOLDI EIROA, M. N. **Microbiologia de frutas e hortaliças desidratadas**. In: AGUIRRE, J. M., GASPARINO FILHO, J. (coord.). Desidratação de frutas e hortaliças. Campinas : Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1996. p. 6.1-6.26.

UBOLDI EIROA, M. N. **Microrganismos deteriorantes de sucos de frutas e medidas de controle**. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 23, n. 3/4, p. 141-160, 1989.

VALSECHI, O. A. **Microbiologia dos alimentos**. Disponível em: <<http://www.cca.ufscar.br/~vico/Microbiologia%20dos%20Alimentos.pdf>>. Acesso em: 05 de março de 2012.

WELKE, J. E. et al. **Ocorrência de fungos termorresistentes em suco de maçã**. Brazilian Journal of Food Technology, Campinas, II SSA, p. 78-83, 2009.

CAPÍTULO I

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA DE MANGABA (*Hancornia speciosa* G.) CONSERVADA POR MÉTODOS COMBINADOS

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-químicas como aporte ao desenvolvimento do processo para a conservação da polpa de mangaba por métodos combinados, armazenada sob refrigeração a $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (± 2) ou congelamento a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (± 2). O delineamento foi inteiramente casualizado, constituindo 16 tratamentos através do arranjo fatorial de $2 \times 4 \times 2$ (processamento x conservante x temperatura de armazenagem) e 4 épocas de avaliação (1, 30, 60, 90 dias após a fabricação). As polpas não pasteurizadas e pasteurizadas a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ / 3 minutos foram combinadas a quatro tratamentos químicos: testemunha, benzoato de sódio (500 mg.dm^{-3}), metabissulfito de potássio (40 mg.dm^{-3}) e benzoato de sódio (500 mg.dm^{-3}) mais metabissulfito de potássio (40 mg.dm^{-3}). Após as combinações de processamento e aditivos químicos as polpas foram refrigeradas ou congeladas durante 90 dias, fazendo-se avaliações em intervalos mensais. Os parâmetros analisados foram pH, acidez total, sólidos solúveis e vitamina C. Todos as variáveis analisadas estiveram em conformidade com a regulamentação técnica da legislação brasileira, que estabelece os padrões de identidade e qualidade para polpa de mangaba, a exceção das polpas não pasteurizadas conservadas sob refrigeração, que foram inviabilizadas antes dos 30 dias de conservação. As polpas pasteurizadas, submetidas à mesma condição de estocagem, resultaram em padrões de qualidade satisfatórios. Foi observado que a pasteurização influencia grandemente a estabilidade da vitamina C, reduzindo aproximadamente 14% na ocasião do beneficiamento. Independentemente do processamento aplicado, as polpas mantidas congeladas ($-18\text{ }^{\circ}\text{C}$) não diminuíram o conteúdo de vitamina C significativamente ao longo de 90 dias ($p > 0,05$). Por outro lado, aquelas polpas pasteurizadas e armazenadas em sistema de refrigeração ($+8\text{ }^{\circ}\text{C}$), reduziram, em média, 77% do valor inicial. Desta forma, ao longo do período de estocagem, a estabilidade da vitamina C depende exclusivamente da temperatura de armazenamento. A polpa de mangaba pasteurizada pode ser produzida sem conservantes e ser conservada tanto em sistema refrigerado (menor custo) como em congelamento. Nesse contexto, a avaliação das características físico-químicas permitiu elucidar possíveis alterações nos constituintes originais da polpa de mangaba em relação às novas tecnologias de conservação de polpas, podendo-se vislumbrar alternativas que possibilitem a redução de custos e melhoria da qualidade nutricional.

Palavras-chave: Polpa de Mangaba. Vitamina C. Frutas tropicais.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the physico-chemical characteristics of mangaba pulp after its conservation using combining methods: pasteurization, refrigeration and preservatives. Therefore an experiment was carried out in a completely randomized design with 16 treatments through a factorial arrangement of 2 x 2 x 4 (processing x storage temperature x preservative) and 4 times of storage (1, 30, 60, 90 days after manufacture). The pulps were submitted to the following treatments: processing methods without or with pasteurization (80° C/ 3 min.) combined with storage temperatures of 8° C or -18° C and four chemical treatments: control, sodium benzoate (500 mg.dm-3), potassium metabisulphite (40 mg.dm-3) and sodium benzoate (500 mg.dm-3) plus potassium metabisulphite (40 mg.dm-3). After processing and combinations of chemical additives, pulps were refrigerated or frozen for 90 days with assessments at monthly intervals. The parameters evaluated were pH, total acidity, soluble solids, vitamin C and total sugars. All variables were analyzed in accordance with technical regulations of the Brazilian law, establishing the identity and quality standards for mangaba pulp, except pulps unpasteurized refrigerated, who lost their viability before 30 days of storage. The pasteurized pulp, subjected to the same condition of storage, resulted in satisfactory quality standards. It was observed that the pasteurization greatly influenced the stability of vitamin C that decreased approximately 14% at the time of processing. Regardless of processing applied, the pulps kept frozen (-18 ° C) did not reduced significantly its content of vitamin C over 90 days ($p > 0.05$). Moreover, pulps pasteurized and stored at refrigeration temperature (8 ° C) reduced about 77% of vitamin C initial value. Thus, during the period of storage, the stability of vitamin C depends exclusively on the storage temperature. The mangaba pasteurized pulp can be produced without preservatives as long as it has been kept in both cooling system (lower cost) and freezing. In this context, the evaluation of the physic-chemical features of the mangaba pulp allowed to elucidate possible changes in its constituents by using these new conservation technologies, enabling industries to envision alternatives that reduce costs and improve nutritional quality.

Keywords: Fruit pulp. Vitamin C. Tropical fruits.

1 INTRODUÇÃO

A mangaba (*Hancornia speciosa* G.) é uma fruta muito apreciada para o consumo *in natura* e para industrialização de polpas, sucos, coquetéis, geléias, sorvetes, licores, compotas e outros. As suas características sensoriais e composição nutricional posicionam a mangaba em situação de destaque, sendo uma importante fonte de ferro, vitamina C e açúcares (EMEPA, 2012).

A indústria de polpas de frutas tem contribuído com o melhor aproveitamento da fruta, que é muito perecível, e na diminuição dos efeitos da sazonalidade. Dentre os objetivos na fabricação de polpa, tem-se a manutenção das características sensoriais e nutricionais próximas da fruta *in natura*, aliando a segurança microbiológica e a qualidade, visando não apenas atender aos padrões exigidos pela legislação brasileira, como também às exigências do consumidor.

Os maiores problemas para a obtenção da matéria-prima destinada a industrialização, ocorrem devido ao tipo de exploração extrativista que é predominante nas regiões produtoras de mangaba e também na diminuição gradativa das áreas de mangabeiras nativas ocupadas pelos condomínios no litoral e cultivo da cana-de-açúcar.

Em razão do tipo de exploração, dificuldades de logística e principalmente ligados à qualidade pós-colheita, limitam o desenvolvimento da fruticultura e a importância econômica da mangaba. Nesse contexto, o desenvolvimento de novas tecnologias de beneficiamento é importante, pois possibilita a oferta de produtos de elevada segurança alimentar e maior estabilidade dos componentes nutritivos, além solucionar possíveis causas de perdas de qualidade que ocorrem durante o manuseio da fruta ainda a campo. O manuseio inadequado pode causar danos mecânicos que acarretam em uma aceleração do processo de degradação dos nutrientes e deterioração por microrganismos, que por sua vez, podem chegar às indústrias e comprometer as propriedades originais da fruta e o tempo de prateleira dos produtos.

Na fabricação de polpas de frutas são utilizados artifícios que resultam em uma melhoria da qualidade microbiológica do produto, mas que também podem trazer alterações na constituição, como perda da originalidade do sabor, aroma, viscosidade, cor, além de custos elevados.

A preservação de alimentos por métodos combinados, utilizando a tecnologia de obstáculos, consiste na combinação adequada de vários parâmetros ou barreiras, tais como: tratamento térmico brando ou moderado, leve redução da atividade de água, redução de pH, adição simples ou combinada de agentes antimicrobianos. Por ser uma tecnologia de simples aplicação, os métodos combinados podem ser utilizados como técnica alternativa à refrigeração, congelamento, desidratação e outros procedimentos que, geralmente, necessitam de alto investimento em equipamentos e maior consumo de energia (DAZA et al., 1991).

O tratamento térmico, através da técnica de pasteurização, constitui um importante fator de conservação dos alimentos originados de frutas, pois tem como objetivo principal a redução da carga microbiana contaminante e eliminação da flora patogênica nos produtos alimentícios, além de inativar as enzimas prejudiciais (LIMA, 2010). Os aditivos químicos também proporcionam maior estabilidade no controle de microrganismos além de contribuir com a manutenção de constituintes bioquímicos da polpa.

Neves et al. (2007), avaliaram a eficiência da pasteurização, combinado com a ação de conservantes em polpas de manga Tommy Atkins refrigeradas, armazenando-as sob refrigeração por 28 dias. Os autores concluíram que tanto o uso da pasteurização quanto o uso de conservante (benzoato de sódio), separadamente ou juntos, melhoraram a qualidade microbiológica e não provocou alterações nos teores de sólidos solúveis e acidez titulável nas polpas estudadas ao longo de 28 dias de conservação.

Santos (2009), ao estudar o efeito da combinação de métodos de conservação em polpas de umbu-cajá, verificou efeitos na redução dos custos de produção, eficiência na conservação da polpa durante 90 dias de armazenamento em condições de temperatura ambiente (± 35 °C sob a presença de luz) e características físico-químicas em conformidade com os padrões de qualidade estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Este trabalho teve como objetivo caracterizar e avaliar a conservação da polpa de mangaba, produzida através da combinação de métodos de conservação, quanto aos aspectos físico-químicos ao longo de 90 dias de armazenamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de março a junho de 2011. A primeira etapa foi realizada em uma unidade comercial de processamento de polpas de frutas, no interior de Alagoas (Empresa AGRICOM – Agroindústria e Comércio Anadiense LTDA, situada na Fazenda Jequiá, s/n, Anadia-AL), onde se realizou o processamento das polpas de mangaba. A segunda etapa envolveu análises físico-químicas que foram conduzidas no Laboratório de Química do Instituto Federal de Alagoas – *Campus Maceió*.

Os frutos foram adquiridos diretamente dos produtores, em estado congelado e acondicionado em embalagens plásticas contendo entre 2,5 a 3,5 kg da fruta. A limpeza dos frutos foi realizada pelos próprios fornecedores na ocasião da colheita, como ocorre convencionalmente na cadeia produtiva da mangaba.

Na agroindústria os frutos foram inicialmente pesados e depois postos em uma mesa de inox para descongelar. Após o descongelamento, realizou-se o despulpamento com auxílio de duas máquinas elétricas despulpadeiras (modelo Bonina de um estágio), a primeira com peneira inoxidável de 0,8 mm, com a função de separar a polpa da semente, e a segunda com peneira inoxidável de menor diâmetro (0,5 mm), utilizada para refinar a polpa de mangaba visando retirar as impurezas (fibras, casca, pedaços de semente etc.) e melhorar o aspecto visual do produto.

A combinação dos métodos de conservação foi aplicada através de dois tipos de processamento (com ou sem pasteurização), utilização de benzoato de sódio (BS) a 500 mg.dm^{-3} (com ou sem BS), metabissulfito de potássio (MP) a 40 mg.dm^{-3} (com ou sem MP) e duas temperaturas de armazenamento (refrigeração a $+8^\circ\text{C}$ ou congelamento tradicional a -18°C), resultando em um arranjo fatorial de $2 \times 4 \times 2$.

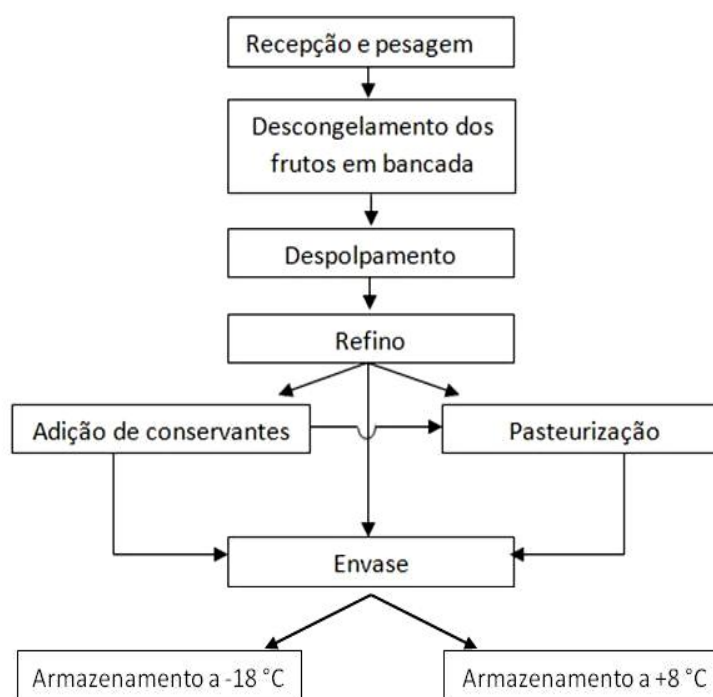
As concentrações dos ativos conservantes foram estabelecidas conforme a RDC Nº 05, de 15 de janeiro de 2007 (ANVISA, 2007) e o tratamento térmico foi realizado com auxílio de um tacho e de fogão industrial, conforme descrição no Dossiê Técnico sobre Produção de Polpa de Fruta Congelada e Suco de Frutas, emitido pelo Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT, 2006).

Tabela 1. Distribuição dos tratamentos de conservação de polpa de mangaba por métodos combinados.

Tratamento	Processamento	Aditivo químico		Temperatura de estocagem
		BS	MP	
Trat. 1	sem pasteurização	sem BS	sem MP	refrigeração
Trat. 2	sem pasteurização	sem BS	sem MP	congelamento
Trat. 3	com pasteurização	sem BS	sem MP	refrigeração
Trat. 4	com pasteurização	sem BS	sem MP	congelamento
Trat. 5	sem pasteurização	com BS	sem MP	refrigeração
Trat. 6	sem pasteurização	com BS	sem MP	congelamento
Trat. 7	com pasteurização	com BS	sem MP	refrigeração
Trat. 8	com pasteurização	com BS	sem MP	congelamento
Trat. 9	sem pasteurização	sem BS	com MP	refrigeração
Trat. 10	sem pasteurização	sem BS	com MP	congelamento
Trat. 11	com pasteurização	sem BS	com MP	refrigeração
Trat. 12	com pasteurização	sem BS	com MP	congelamento
Trat. 13	sem pasteurização	com BS	com MP	refrigeração
Trat. 14	sem pasteurização	com BS	com MP	congelamento
Trat. 15	com pasteurização	com BS	com MP	refrigeração
Trat. 16	com pasteurização	com BS	com MP	congelamento

*BS = 500 mg.dm⁻³ de benzoato de sódio; **MP = 40 mg.dm⁻³ de metabissulfito de potássio

Figura 1 – Fluxograma de processamento da polpa de mangaba por métodos combinados.



A polpa foi aquecida a 80 °C (± 3 °C) durante três minutos e homogeneizada constantemente. A temperatura foi medida com auxílio de termômetro digital apropriado, com precisão de uma casa decimal. Após a pasteurização, o enchimento foi realizado a quente (*hot fill*), com máquina envasadora/dosadora automática. Utilizou-se filme de PEBD (polietileno de baixa densidade), com 60 μ m de espessura, soldados através resistências com sistema de resfriamento por circulação de água. Cada saquinho de polpa de polpa de mangaba foi confeccionado com 100 gramas de peso líquido.

Nos tratamentos que as polpas foram armazenadas por congelamento, estas foram mantidas durante 90 dias em câmara frigorífica a -18 °C (± 2 °C). Já aqueles tratamentos que onde a estocagem foi realizada por refrigeração, as polpas foram conservadas em geladeira com sistema *frost free* automático, a +8 °C (± 2 °C).

As avaliações constituíram nas determinações periódicas de sólidos solúveis, pH, acidez titulável, ácido ascórbico, açúcares redutores e açúcares não-redutores. Os intervalos entre cada ciclo de análise foi de 30 dias, assim ao longo de três meses de observações foram realizados quatro épocas de amostragens (0, 30, 60 e 90 dias).

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por 16 tratamentos (arranjo fatorial de 2 x 4 x 2), três parcelas e três repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de médias com auxílio do software estatístico Sisvar, versão 5.0.

2.1 Metodologia de análises físico-químicas

a) sólidos solúveis

Leitura em refratômetro, segundo metodologia Instituto Adolfo Lutz (2008). Resultado expresso em °Brix.

b) pH

Método potenciométrico, segundo metodologia Instituto Adolfo Lutz (2008).

c) acidez titulável

Titulometria com hidróxido de sódio, segundo metodologia Instituto Adolfo Lutz (2008). Resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico.

d) ácido ascórbico

A quantidade de vitamina C foi obtida através do Método do Iodeto de Potássio (titulométrico), conforme metodologia Instituto Adolfo Lutz (2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características físico-químicas das polpas de mangaba, conservadas por métodos combinados, foram condizentes com os Padrões de Identidade e Qualidade da polpa de mangaba, estabelecidos pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (BRASIL, 2000). Somente as polpas não pasteurizadas e estocadas em condições de refrigeração (8 °C) que foram inviabilizadas antes de um mês de conservação, devido ao elevado crescimento microbiano (Capítulo II).

3.1 pH

As médias de pH foram levemente alteradas em função do tipo de processamento, aditivo químico e da temperatura de conservação utilizada. Seus valores estiveram compreendidos entre 2,8 e 3,0.

Dentre estas fontes de variação se destacaram como principais fatores de diferenciação o benzoato de sódio e o metabissulfito de potássio. Polpas isentas de constituintes químicos preservativos obtiveram maiores valores de pH (Tabela 2).

A pasteurização implicou em uma leve diminuição do pH e as polpas congeladas mantiveram os níveis ligeiramente superior àquelas acondicionadas sob refrigeração, embora esta diferença tenha sido muito pequena, entre 2,84 e 2,97 para polpas pasteurizadas e não pasteurizadas, respectivamente. Lima (2010) verificou uma influência desprezível entre os valores de pH encontrados em polpas de acerola tratadas termicamente. Segundo Tavares Filho (2007), a combinação de métodos de conservação de polpa de frutas envolvendo pasteurização, adição de benzoato de sódio ou metabissulfito de sódio, não implica em grandes alterações para esta variável durante 90 dias de armazenamento. Estas considerações corroboram com os dados obtidos no presente trabalho.

Tabela 2: Médias comparativas de pH obtidas em polpas de mangaba conservadas através da adição de produtos conservantes.

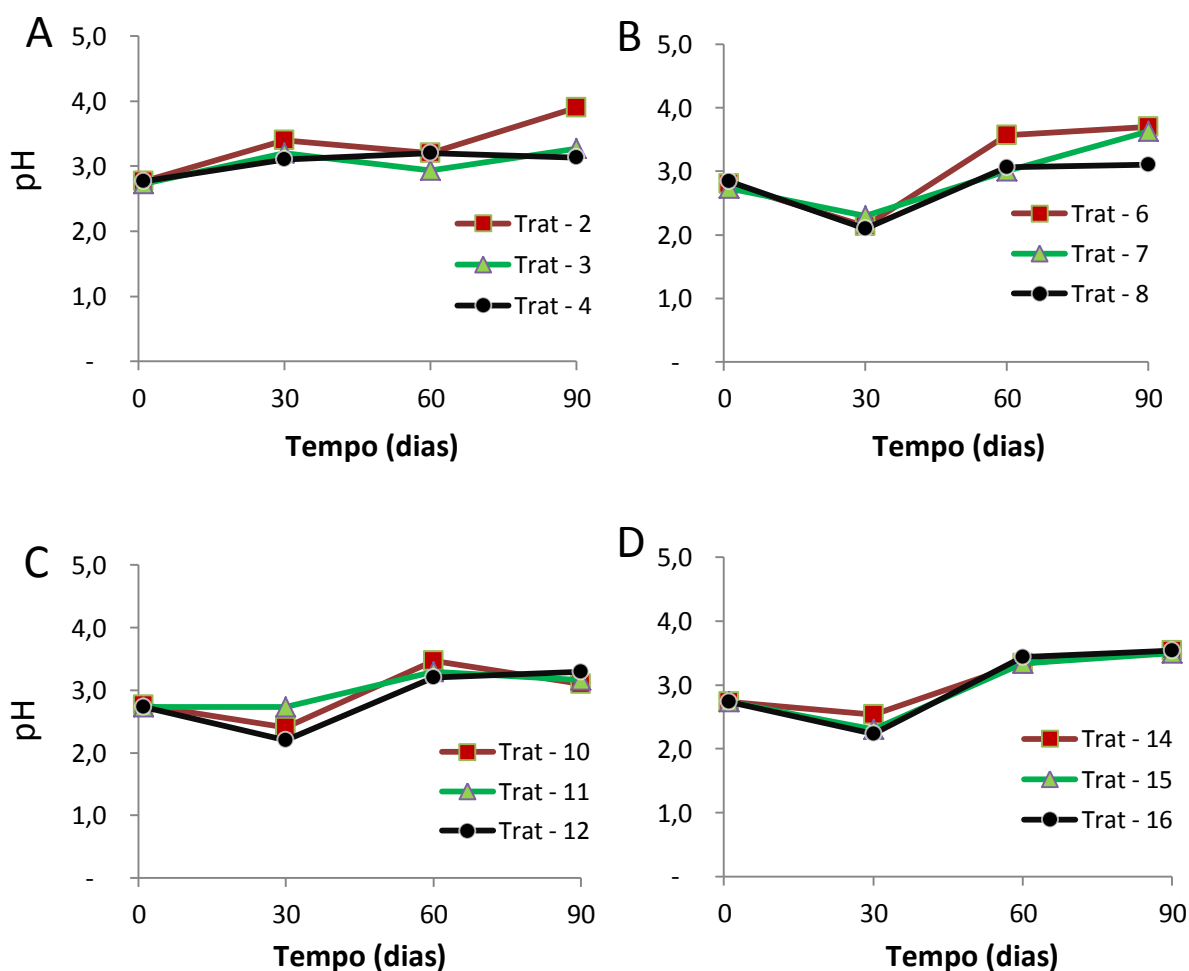
Produto conservante	pH
Benzoato de sódio (500 mg.dm ⁻³)	2,84 a
Metabissulfito de potássio (40 mg.dm ⁻³)	2,82 a
Benzoato de sódio + metabissulfito de potássio	2,86 a
Ausente (sem conservantes)	3,03 b
CV (%)	4,24

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação.

A adição de conservantes contribuiu com o aumento da acidez nas polpas, sendo este um fator considerado benéfico para ação antimicrobiana. As polpas sem conservantes tiveram média de pH igual a 3,03 ($p < 0,05$), valor levemente superior às polpas tratadas quimicamente.

O benzoato de sódio com um pKa de 4,2, apresenta eficiência ótima para uma faixa de pH de 2,5 a 4,0 e perde boa parte de sua eficiência em $pH > 4,5$. Quanto mais baixo o pH do alimento a ser conservado, menor é a concentração de ácido benzóico necessária para a ação conservante. A atividade anticéptica do metabissulfito de potássio também é altamente dependente do pH, e quanto mais baixo, maior será a sua ação (INSUMOS, 2011).

Figura 2 – Gráfico: **A** - pH dos tratamentos sem conservantes em função do tempo; **B** - pH dos tratamentos com benzoato de sódio em função do tempo; **C** - pH dos tratamentos com metabissulfito de potássio em função do tempo; **D** - pH dos tratamentos com benzoato de sódio e metabissulfito de potássio em função do tempo. Obs.: ■ = Polpa de mangaba não pasteurizada e congelada; ▲ = Polpa de mangaba pasteurizada e refrigerada; ● = Polpa de mangaba pasteurizada e congelada.



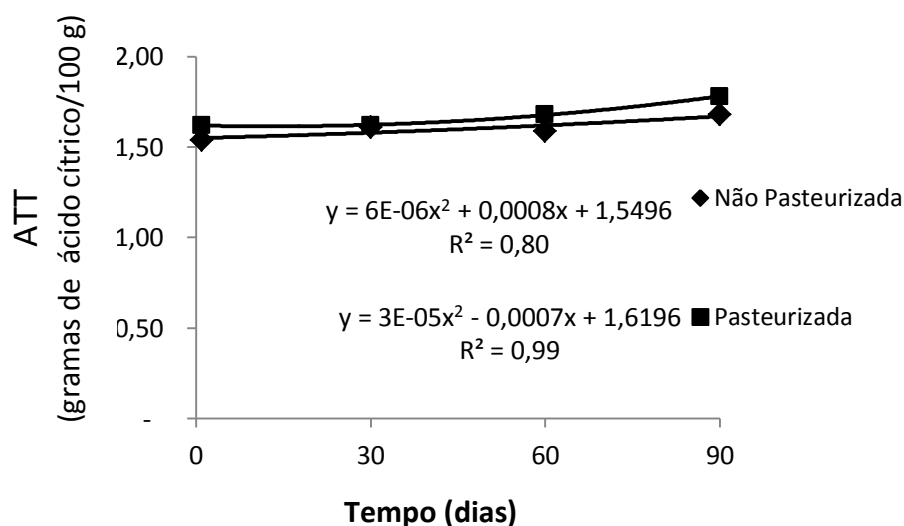
Ao relacionar a os valores de pH ao longo de período de conservação, observou-se uma tendência de crescimento uniforme desta variável para todos os tratamentos. Monteiro et al. (2005) também verificaram o mesmo efeito em polpas de maracujá processadas e armazenadas sob refrigeração.

3.2 Acidez total titulável (ATT)

A acidez titulável foi elevada durante o período de armazenamento e os valores oscilaram entre 1,17% e 1,79%, assim, esteve de acordo com o Padrão de Identidade e Qualidade estabelecido para a polpa de mangaba que delimita o valor mínimo de 0,7 de acidez total expressa em gramas de ácido cítrico para um volume de 100 gramas de polpa de mangaba (BRASIL, 2000).

O tipo de processamento aplicado influenciou no resultado da acidez titulável, assim como a adição de conservantes e a temperatura de armazenamento. As polpas não pasteurizadas tiveram médias inferiores às pasteurizadas.

Figura 3 – Gráfico de ATT em polpa de mangaba pasteurizada e não pasteurizada em função do tempo de armazenamento.



A polpa sem conservante apresentou média inferior àquelas tratadas quimicamente. Com relação ao efeito do benzoato de sódio, metabissulfito de potássio e a combinação de ambos, puderam ser observadas elevações nos valores de acidez total, sendo as médias nestes tratamentos semelhantes entre si (Tabela 3).

Tabela 3: Médias comparativas de acidez titulável obtidas em polpas de mangaba conservadas através da adição de produtos conservantes.

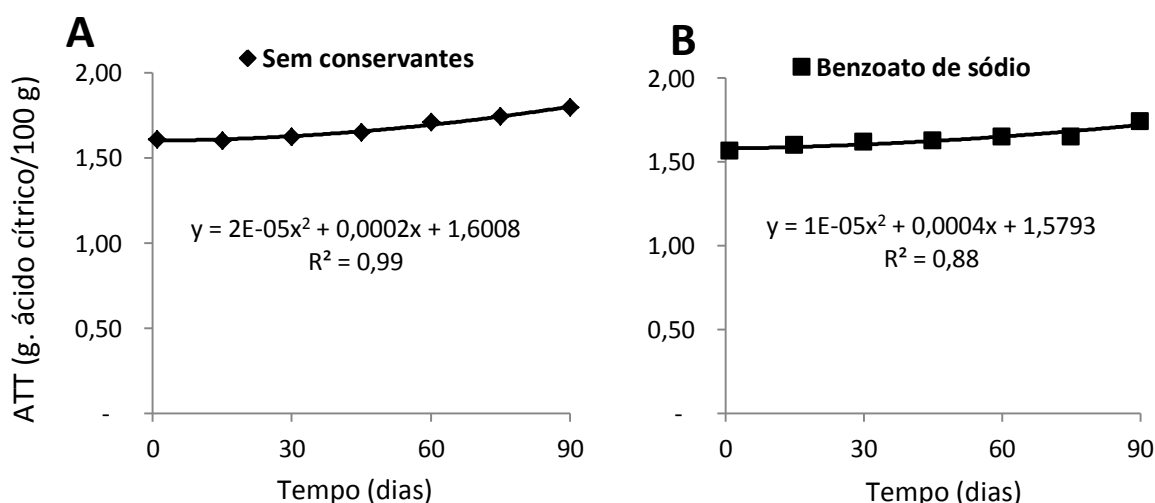
Produto conservante	ATT (gramas de ácido cítrico por 100 gramas de polpa)
Ausente (sem conservantes)	1,60 a
Benzoato de sódio (500 mg.dm ⁻³)	1,64 b
Metabissulfito de potássio (40 mg.dm ⁻³)	1,64 b
Benzoato + metabissulfito (500 mg.dm ⁻³ +40 mg.dm ⁻³ , respectivamente)	1,65 b
CV (%)	6,1

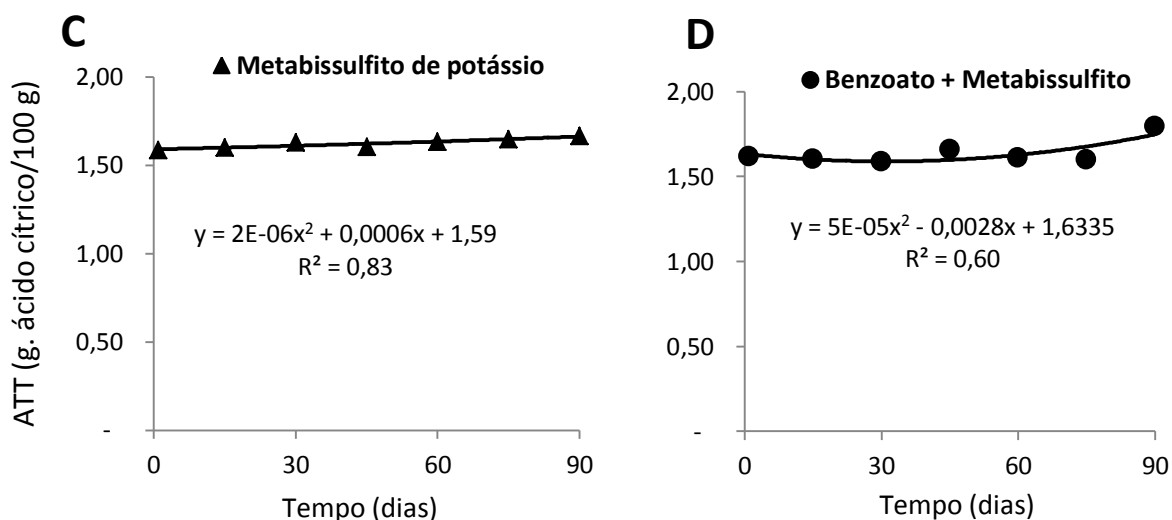
Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de variação.

Os aditivos químicos conservantes aumentaram a acidez total titulável na polpa de mangaba, embora, a diferença em relação ao tratamento testemunha tenha sido muito pequena e todos atendam às características exigidas pela legislação brasileira.

A temperatura de conservação também exerceu influência ínfima sobre o parâmetro de acidez titulável, embora as médias tenham sido distintas estatisticamente. Os valores médios corresponderam a 1,62% (a) e 1,65% (b) em polpas congeladas (-18 °C) e refrigeradas (+8 °C), respectivamente.

Figura 4 – Gráficos de acidez total titulável na polpa de mangaba em função do tempo. Gráfico **A** – sem conservante; **B** – com benzoato de sódio; **C** - com metabissulfito de potássio; **D** - com benzoato de sódio e metabissulfito de potássio .





A variabilidade da acidez total titulável em função do processamento e da temperatura de armazenagem foi considerada desprezível. Assim, podemos utilizar uma única equação para cada tipo de conservante visando obter dos valores aproximados para esta variável em ao longo do período de conservação.

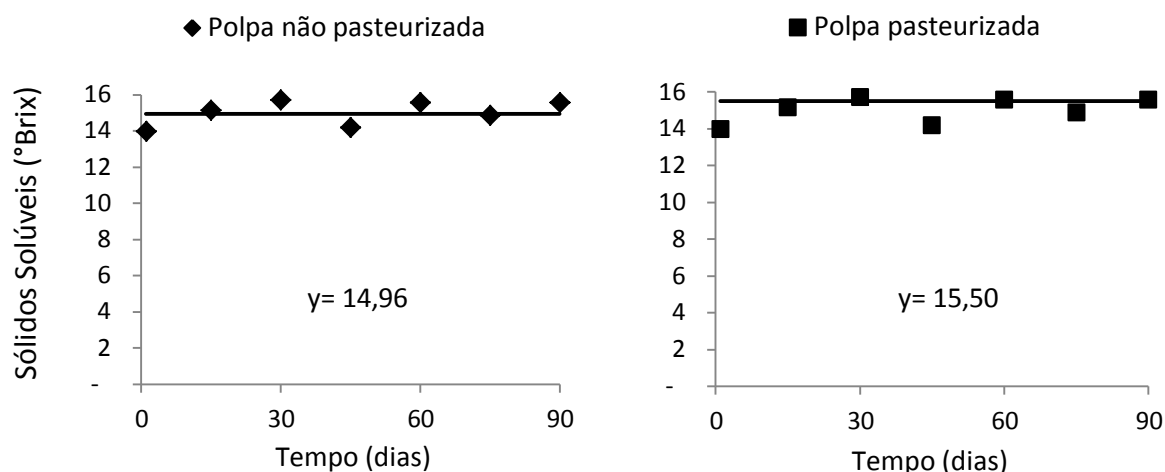
Monteiro et al. (2005) verificaram que as variações ocorridas nas médias de acidez total, em polpas pasteurizadas e não pasteurizadas, aumentaram linearmente com o tempo de estocagem. De uma maneira geral, todas as polpas apresentaram comportamento similar em relação à acidez total, indicando que o aumento ao longo do período de armazenamento não esteve relacionado com a combinação de métodos de conservação e sim com as características da intrínsecas da própria polpa de mangaba.

3.3 Sólidos solúveis (°Brix)

A concentração de sólidos solúveis não variou em função dos diferentes tratamentos, mas as médias obtidas nas polpas pasteurizadas foram ligeiramente superiores aquelas não pasteurizadas.

Conforme pode ser observado na Figura 5, os valores médios de sólidos solúveis foram de 14,96 e 15,50 para polpas não pasteurizadas e pasteurizadas respectivamente.

Figura 5 – Gráfico de STT em polpa de mangaba pasteurizada e não pasteurizada em função do tempo de armazenamento.



Lima (2010) ao avaliar as características físico-químicas da polpa de acerola pasteurizada e não pasteurizada, observou que os valores de sólidos solúveis não oscilaram representativamente durante 360 dias de conservação e, em consonância com o presente estudo, as polpas pasteurizadas tiveram médias superiores aquelas não pasteurizadas.

Tabela 4: Médias comparativas de sólidos solúveis obtidas em polpas de mangaba conservadas por métodos combinados.

Produto conservante	Polpa não pasteurizada	Polpa pasteurizada
	----- °Brix -----	
Ausente (sem conservantes)	14,43 a A	15,10 a A
Benzoato de sódio (500 mg.dm ⁻³)	15,28 a AB	16,01 b B
Metabissulfito de potássio (40 mg.dm ⁻³)	15,49 a B	15,69 a AB
Benzoato + metabissulfito (500 mg.dm ⁻³ +40 mg.dm ⁻³ , respectivamente)	15,32 a AB	15,42 a AB
CV (%)	7,97	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na linha, não diferem entre si e médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação.

Sabendo que sólidos solúveis correspondem aos compostos solúveis em um determinado solvente, o qual, no caso de alimentos, é a água, e constituem principalmente os açúcares, sendo variáveis com a espécie, a cultivar, o grau de

maturação e o clima (CHITARRA e CHITARRA, 2005). A concentração de sólidos solúveis sofreu elevação em polpas pasteurizadas certamente por consequência da perda de umidade durante a realização do tratamento térmico, ou seja, a evaporação da água que ocorreu no aquecimento da polpa tornou a solução mais concentrada em açúcares naturais, fazendo-se aumentar a proporção de solutos. Faraoni (2006) também observou em polpas de manga o efeito positivo da pasteurização nos níveis de sólidos solúveis.

3.4 Vitamina C

Os conteúdos de vitamina C variaram expressivamente em decorrência das combinações de métodos de conservação estudadas. A pasteurização e a temperatura de conservação foram os fatores que mais contribuíram com as diferenciações dos valores de ácido ascórbico. Em apenas 24 horas após a fabricação foi possível verificar a influência da pasteurização na redução de 14,6 % de vitamina C na polpa de mangaba.

As polpas submetidas ao tratamento térmico e à refrigeração reduziram 77,04% do conteúdo inicial de vitamina C ao final de 90 dias de conservação.

Monteiro et al. (2005) também avaliou a perda de vitamina C em polpas de pasteurizadas e conservadas sob refrigeração entre +5 e +10 °C e verificaram que a redução de ácido ascórbico foi em média 80% ao final de 180 dias de conservação.

As polpas congeladas mantiveram as médias de vitamina C estáveis, não sendo percebidas alterações significativas ($p > 0,05$) ao longo de 90 dias de armazenamento.

Figura 6 – Gráficos de vitamina C na polpa de mangaba pasteurizada, acondicionada a +8 °C (± 2) em função do tempo. Gráfico **A** – sem conservante e **B** – com benzoato de sódio.

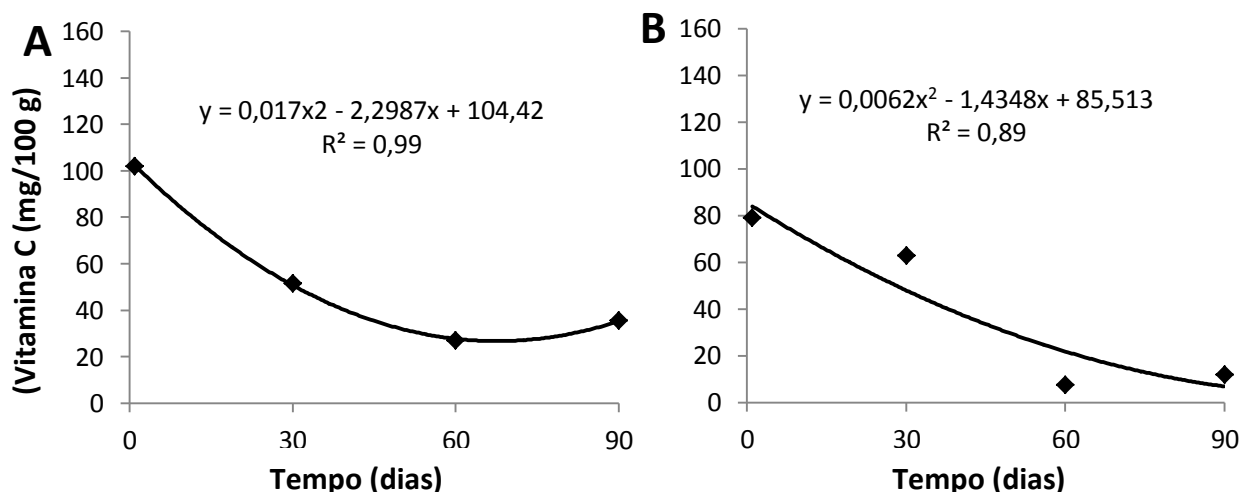
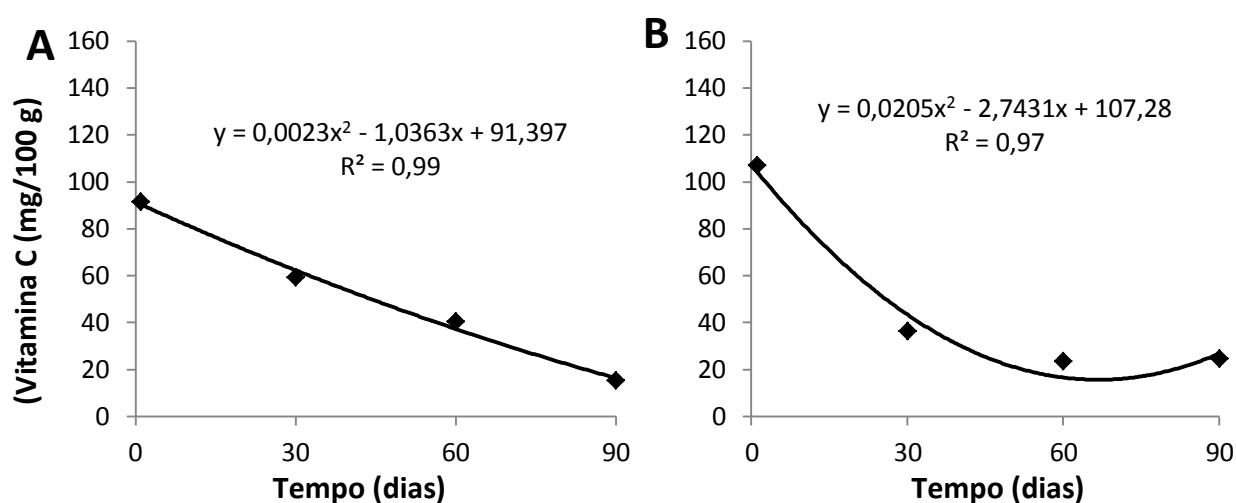


Figura 7 - Gráficos de Vitamina C na polpa de mangaba pasteurizada, acondicionada a +8 °C (± 2) em função do tempo. Gráfico **A** - com metabissulfito de potássio e **B** - com benzoato de sódio e metabissulfito de potássio.



A estabilidade da vitamina C em polpas congeladas também foi descrita por Yamashita et al. (2003) verificaram que o congelamento a -18 °C (± 2) em polpa de acerola, que é uma fruta com elevada quantidade desta vitamina, concluíram que mesmo nas polpas pasteurizadas os teores de vitamina C permaneceram constantes durante quatro meses de armazenamento. Assim, fica evidente a importância da temperatura de armazenagem na manutenção dos teores de vitamina C em polpas de mangaba pasteurizada.

Tabela 5: Médias comparativas de vitamina C obtidas em polpas de mangaba congeladas durante 90 dias.

Produto conservante	Polpa não pasteurizada	Polpa pasteurizada
	----- mg/100g -----	
Ausente (sem conservantes)	118,73 a AB	117,46 a B
Benzoato de sódio (500 mg.dm ⁻³)	124, 13 b B	99,35 a A
Metabissulfito de potássio (40 mg.dm ⁻³)	119,74 b AB	93,94 a A
Benzoato + metabissulfito (500 mg.dm ⁻³ +40 mg.dm ⁻³ , respectivamente)	103,55 a A	150,23 b C
CV (%)	33,48	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na linha, não diferem entre si e médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV = Coeficiente de variação.

Não houve diferença significativa nas quantidades de vitamina C entre os tratamentos isentos de aditivos químicos que foram submetidos a pasteurização e processamento convencional (sem pasteurização).

Os valores de vitamina C nas polpas congeladas tratadas com benzoato de sódio, metabissulfito de potássio ou associação de ambos, certamente foram mascarados, em parte, pelas reações químicas que possivelmente ocorreram. Portanto, maiores esclarecimentos sobre a cinética do ácido ascórbico ao longo do período de armazenagem, em polpas congeladas, devem ser estudados em outros trabalhos que elucidem com mais detalhes os resultados obtidos.

Ao considerar que a legislação brasileira não cita limites visando padronizar o conteúdo de vitamina C na polpa de mangaba, as combinações de métodos de conservação estudadas constituem novas alternativas para produção de polpas nas agroindústrias com implicações na elevação da qualidade microbiológica e do valor nutricional.

4 CONCLUSÕES

- a) Todas as combinações de métodos de conservação estudadas proporcionaram à polpa de mangaba características condizentes com a legislação brasileira, exceto as polpas não pasteurizadas e estocadas a +8 °C (refrigeração), pois foram deterioradas antes de completar um mês após a fabricação;
- b) Os valores de pH se tornam menores em polpas de mangaba contendo conservantes químicos, como benzoato de sódio ou metabissulfito de potássio, e a acidez total titulável é aumentada em relação aos tratamentos sem conservantes;
- c) Os sólidos solúveis tendem a permanecer estáveis durante o período de 90 dias de conservação nas condições estudadas;
- d) A pasteurização favorece o aumento de sólidos solúveis na polpa de mangaba, provavelmente, em razão da perda de umidade durante a pasteurização, o que torna a polpa uma solução mais concentrada em açúcares. Constataram-se médias de 14,96 e 15,50 °Brix em polpas não pasteurizadas e pasteurizadas, respectivamente;
- e) As quantidades de vitamina C foram superiores em polpas não pasteurizadas. O tratamento térmico foi responsável pela redução de 14% da vitamina C durante o processamento;
- f) A temperatura de armazenamento influencia grandemente a estabilidade da vitamina C. As polpas pasteurizadas e refrigeradas diminuíram aproximadamente 77% da concentração de ácido ascórbico ao final de 90 dias de conservação. As polpas congeladas não sofreram perdas significativas durante o armazenamento, mesmo sendo pasteurizadas.

5 REFERÊNCIAS

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Aprova o Regulamento Técnico Sobre Atribuição de Aditivos e seus Limites Máximos para a Categoria de Alimentos. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 5, de 15 de janeiro de 2007.** Disponível em: <www.anvisa.gov.br/legis/resol/2007/rdc/05_170107rdc.htm> Acesso em: 06 de janeiro de 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa Nº 1, de 07 de janeiro de 2000, **Aprova o Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta.** Diário Oficial da União, 10 de janeiro de 2000, Seção 1, p. 54.

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

DAZA, M.S.; VILLEGAS, Y.; MARTINEX, A. **Minimal water activity for growth of *Listeria monocytogenes* as affected by solute and temperature.** International Journal Microbiological. v.14, p. 333-337, 1991.

FARAONI, A. F. **Efeito do tratamento térmico, do congelamento e da embalagem sobre o armazenamento de polpas de manga orgânica (*Mangifera indica* L.) cv ‘Ubá’.** 2006. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2006.

FERREIRA, E. G.; MARINHO, S. J. O. **Produção de Frutos da Mangabeira para consumo *in natura* e industrialização.** Disponível em <www.emepa.org.br/publicac/mangaba09.pdf>. Acesso em: 05 de janeiro de 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 4.ed., 1.ed.digital. São Paulo, 2008. 1020p. Disponível em: <www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf> Acesso em: 05 de março de 2012.

INSUMOS. **Conservação de Alimentos por Aditivos Químicos.** Disponível em: <www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/125.pdf>. Acesso em: 25 de dezembro de 2011.

LIMA, R. M. T. **Avaliação da Estabilidade Química, Físico-Química e Microbiológica de Polpas de Acerola Orgânica Pasteurizada e Não-Pasteurizada.** 2010. 94f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Alimentos). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará. 2010.

MONTEIRO, M.; AMARO, A. P.; BONILHA, P. R. M. **Avaliação Físico-Química e Microbiológica da Polpa de Maracujá Processada e Armazenada sob Refrigeração.** Alimentação e Nutrição, Araraquara. v. 16, n. 1, p. 71-76, jan./mar. 2005.

NEVES, L. C., et al. **Produção de polpas de mangas Tommy Atkins, na Amazônia Setentrional, Através da Aplicação de Preservativos e da Pasteurização.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 576-582, Dezembro 2007.

SANTOS, M. B. **Conservação da Polpa de Umbu-Cajá (Spondias Spp) por Métodos Combinados.** 2009. 76f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2009.

TAVARES FILHO, L. F. Q. **Conservação da Polpa de Cajá por Métodos Combinados.** 2004. 46f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2007.

CAPÍTULO II

AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE FUNGOS FILAMENTOSOS E LEVEDURAS EM POLPAS DE MANGABA (*Hancornia speciosa* G.) CONSERVADAS POR MÉTODOS COMBINADOS

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi verificar o desenvolvimento de fungos filamentosos e leveduras em polpas de mangaba conservadas por métodos combinados. Polpas foram submetidas a combinação de técnicas de conservação envolvendo tratamento térmico (com e sem pasteurização), aditivos conservantes (metabissulfito de potássio: ausente e 40 mg.dm⁻³; benzoato de sódio: ausente e 500 mg.dm⁻³) e diferentes temperaturas de armazenamento (-18 °C e +8 °C), estocadas durante 90 dias. As avaliações microbiológicas foram realizadas em intervalos quinzenais, compondo sete ciclos avaliativos (1, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a fabricação). O presente experimento foi formado pelo arranjo fatorial de (2 x 4 x 2) x 7, ou seja, 16 tratamentos e 7 épocas de conservação. Utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso, com três parcelas e três repetições por unidade experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de médias, a 5% de probabilidade. As polpas produzidas através do método convencional (sem pasteurização + congelamento), apesar de alta quantidade de UFC.g⁻¹ (unidades formadoras de colônia por grama de polpa) nos primeiros 45 dias de armazenamento, mantiveram níveis destes contaminantes microbiológicos em concordância com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira. A pasteurização foi a técnica de conservação responsável pela maior redução da carga de microbiana, expressando uma diminuição de 99,35% de UFC.g⁻¹ de fungos filamentosos e leveduras após a fabricação, além disso, propiciou estabilidade no armazenamento sob refrigeração a +8 °C, implicando numa possível redução de custos em relação à polpa congelada.

Palavras-chave: Polpa de Mangaba. Leveduras. Fungos filamentosos.

ABSTRACT

The objective of this study was to monitor the development of filamentous fungi and yeasts in mangaba pulp preserved by combined methods. Therefore, an experiment was carried out using mangaba pulps stored for 90 days submitted to different treatments: with or without pasteurization, addition of preservatives (potassium metabisulfite, missing and 40 mg.dm^{-3} , sodium benzoate, missing and 500 mg.dm^{-3}) and two storage temperatures (-18°C and $+8^\circ\text{C}$). The microbiological evaluations were performed at fortnightly intervals (1, 15, 30, 45, 60, 75 and 90 days after pulp production). The experiment was established on a completely randomized designed with a factorial arrangement ($2 \times 4 \times 2$) with 16 treatments and 7 times of conservation, three replications and ten samples per plot. The data were submitted to ANOVA test at 5% probability. The pulps produced by conventional method (without pasteurization + freezing), despite high number of CFU.g^{-1} (colony forming units per gram of pulp) in the first 45 days of storage, maintained levels of microbiological contaminants in accordance with the standards established by Brazilian legislation. Pasteurization accounts for the largest reduction of microbial load, expressing a decrease of 99.35% of CFU.g^{-1} of filamentous fungi and yeasts after fabrication, even under refrigeration at $+8^\circ\text{C}$, implying a possible reduction of costs in relation to frozen pulp.

Keywords: Pulp Mangaba. Yeasts. Filamentous fungi

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da agroindústria de frutas no Brasil está em evidência nos últimos anos. Segundo Mastella e Milan (2009), a evolução do setor está relacionada, sobretudo, à melhoria da qualidade dos produtos ofertados e a uma gradativa mudança de hábitos do consumidor, que tem buscado produtos mais naturais e saudáveis.

O Brasil é um dos três maiores produtores de frutas do mundo e existe ainda uma grande potencialidade a explorar através das espécies frutíferas nativas. Nesse contexto, a mangaba é uma fruta nativa do Nordeste que possui ótima aceitação no mercado, porém a produção não chega a atender a demanda interna devido ao tipo de exploração extrativista a que está submetida.

A mangaba é uma fruta extremamente perecível (LEDERMAN et al., 2000), devendo-se ter cuidados especiais durante a colheita e o transporte, pois a casca é bastante delgada e se rompe facilmente depois de amadurecida. Mesmo antes de finalizar o amadurecimento, desliga-se da planta e cai no solo, causando rachaduras e lesões na superfície. A abertura da casca, em contato direto com o chão, representa um ponto crítico de infecção por microrganismos deterioradores.

Devido à precocidade da senescência da mangaba, convencionalmente, os produtores realizam a limpeza dos frutos após a colheita para posteriormente colocá-los em sacos plásticos e estocar em congeladores até adquirir uma quantidade que compense o frete às agroindústrias de processamento. Um novo agravante pode surgir neste caso, pois grande parte dos produtores não possui infraestrutura adequada para manipular alimentos e podem comprometer a qualidade da matéria-prima para confecção de polpas, sucos, sorvetes, geleias, etc. Após o congelamento, os frutos não permitem uma nova lavagem, já que se desintegram naturalmente.

Assim, para o processamento dos frutos obtidos de agricultores extrativistas, sem envolver tecnologia de produção apropriada, cabe às indústrias integralizar no beneficiamento práticas que contribuam para redução dos microrganismos, visando garantir para o consumidor maior estabilidade do alimento, sem afetar as características sensoriais da fruta.

Na composição das polpas, geralmente, existem particularidades, como baixo pH, que restringem o desenvolvimento da microbiota, por outro lado, a elevada

atividade de água e disponibilidade de nutrientes fazem dos fungos filamentosos e das leveduras importantes microrganismos deterioradores.

A preservação de alimentos por métodos combinados consiste na reunião adequada de várias técnicas ou barreiras tais como, tratamento térmico, redução da atividade de água (Aa), redução do pH, adição simples ou combinada de agentes antimicrobianos e outros. Dessa forma, obtêm-se alimentos estáveis à temperatura mais elevada e com baixo custo de produção (BEZERRA, et al. 2004).

A pasteurização é um processo que elimina parte dos microrganismos presentes, principalmente os patogênicos ao homem, além de inativar enzimas. Na maioria das vezes é associada a outros processos de conservação como refrigeração, congelamento, adição de conservantes químicos e embalagens herméticas (QUEIROZ e MENEZES, 2005).

O trabalho teve como objetivo identificar a forma mais segura, do ponto de vista microbiológico, para fabricação de polpas de mangabas através da combinação de métodos de conservação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de março a junho de 2011. A primeira etapa foi realizada em uma unidade comercial de processamento de polpas de frutas, no interior de Alagoas (Empresa AGRICOM – Agroindústria e Comércio Anadiense LTDA, situada na Fazenda Jequiá, s/n, Anadia-AL), onde se realizou o processamento das polpas de mangaba e a segunda etapa envolveu análises microbiológicas no Laboratório de Microbiologia do Instituto Federal de Alagoas – *Campus Satuba*.

Os frutos foram adquiridos diretamente dos produtores, em estado congelado e acondicionado em embalagens plásticas contendo entre 2,5 a 3,5 kg da fruta. A limpeza dos frutos foi realizada pelos próprios fornecedores na ocasião da colheita, como ocorre convencionalmente na cadeia produtiva da mangaba.

Na agroindústria os frutos foram inicialmente pesados e depois postos em uma mesa de inox para descongelar. Após o descongelamento, realizou-se o despulpamento com auxílio de duas máquinas elétricas despulpadeiras (modelo Bonina de um estágio), a primeira com peneira inoxidável de 0,8 mm, com a função de separar a polpa da semente, e a segunda com peneira inoxidável de menor diâmetro (0,5 mm), utilizada para refinar a polpa de mangaba visando retirar as impurezas (fibras, casca, pedaços de semente etc.) e melhorar o aspecto visual do produto.

A combinação dos métodos de conservação foi aplicada através de dois tipos de processamento (com ou sem pasteurização), utilização de benzoato de sódio (BS) a 500 mg.dm^{-3} (com ou sem BS), metabissulfito de potássio (MP) a 40 mg.dm^{-3} (com ou sem MP) e duas temperaturas de armazenamento (refrigeração a $+8^\circ\text{C}$ ou congelamento tradicional a -18°C), resultando em um arranjo fatorial de $2 \times 4 \times 2$.

As concentrações dos conservantes foram estabelecidas conforme a RDC Nº 05, de 15 de janeiro de 2007 (ANVISA, 2007) O tratamento térmico foi praticado com auxílio de um tacho e de fogão industrial, conforme descrição no Dossiê Técnico sobre Produção de Polpa de Fruta Congelada e Suco de Frutas, emitido pelo Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT, 2006). A polpa foi aquecida a 80°C ($\pm 3^\circ\text{C}$) durante três minutos e homogeneizada constantemente. A

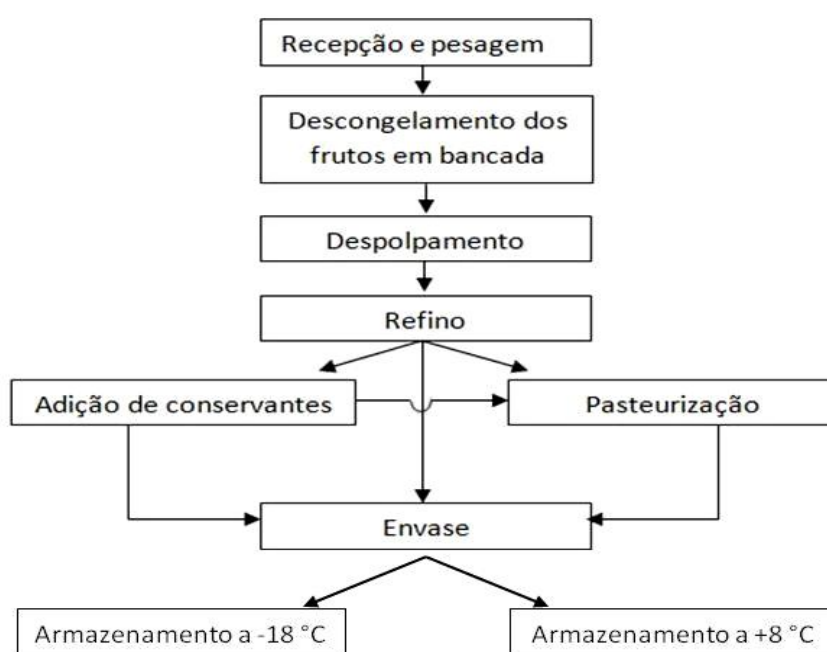
temperatura foi medida com auxílio de termômetro digital apropriado, com precisão de uma casa decimal.

Tabela 1: Distribuição dos tratamentos de conservação de polpa de mangaba por métodos combinados.

Tratamento	Processamento	Aditivo químico		Temperatura de estocagem
		BS	MP	
Trat. 1	sem pasteurização	sem BS	sem MP	refrigeração
Trat. 2	sem pasteurização	sem BS	sem MP	congelamento
Trat. 3	com pasteurização	sem BS	sem MP	refrigeração
Trat. 4	com pasteurização	sem BS	sem MP	congelamento
Trat. 5	sem pasteurização	com BS	sem MP	refrigeração
Trat. 6	sem pasteurização	com BS	sem MP	congelamento
Trat. 7	com pasteurização	com BS	sem MP	refrigeração
Trat. 8	com pasteurização	com BS	sem MP	congelamento
Trat. 9	sem pasteurização	sem BS	com MP	refrigeração
Trat. 10	sem pasteurização	sem BS	com MP	congelamento
Trat. 11	com pasteurização	sem BS	com MP	refrigeração
Trat. 12	com pasteurização	sem BS	com MP	congelamento
Trat. 13	sem pasteurização	com BS	com MP	refrigeração
Trat. 14	sem pasteurização	com BS	com MP	congelamento
Trat. 15	com pasteurização	com BS	com MP	refrigeração
Trat. 16	com pasteurização	com BS	com MP	congelamento

*BS = 500 mg.dm-3 de benzoato de sódio; **MP = 40 mg.dm-3 de metabisulfito de potássio

Figura 1 – Fluxograma de processamento da polpa de mangaba incluindo métodos combinados de conservação.



Após a pasteurização, o enchimento foi realizado a quente (*hot fill*), com máquina envasadora/dosadora automática. Utilizou-se filme de PEBD (polietileno de baixa densidade), com 60 µm de espessura, soldados através de resistências com sistema de resfriamento por circulação de água. Cada saquinho de polpa de mangaba foi confeccionado com 100 gramas de peso líquido.

Nos tratamentos que as polpas foram armazenadas por congelamento, estas foram mantidas durante até 90 dias em câmara frigorífica a -18 °C (± 2 °C). Nos tratamentos submetidos a refrigeração, as polpas foram conservadas em geladeira com sistema *frost free* automático, a +8 °C (± 2 °C).

As avaliações microbiológicas foram feitas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do *Campus* Satuba do Instituto Federal de Alagoas, e consistiram na realização de contagens de Unidades Formadoras de Colônias de fungos filamentosos e leveduras por grama de polpa de mangaba (UFC.g⁻¹), realizadas em intervalos quinzenais, constituindo sete ciclos de avaliações periódicas durante os 90 dias de armazenamento (1, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a fabricação).

A metodologia de inoculação e contagem de microrganismos, fungos filamentosos e leveduras, foi praticada da seguinte maneira: pipetou-se assepticamente 0,1 mL de cada diluição, distribuindo-as em placas contendo Ágar Batata Dextrose (BDA) acidificado com ácido tartárico a 10%. Em seguida incubaram-se as placas a 25 °C por cinco dias. As unidades formadoras de colônias foram calculadas de acordo com as diluições (APHA, 2001). Como referência para análise à normatização vigente, seguiu-se a Instrução Normativa nº 01 de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que aprova o Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta (BRASIL, 2000).

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, seguindo esquema fatorial 16 x 7 (16 tratamentos e sete períodos de armazenamento), com três parcelas e três repetições (embalagens 100g) em cada unidade experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e comparação de médias através do teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do software estatístico Sisvar 5.0.

Figura 2 – Realização das diluições 10^{-1} (A – diluição direta, 25 gramas de polpa e 250 ml de água peptonada), 10^{-2} e 10^{-3} (B – diluição em tubos de ensaio).

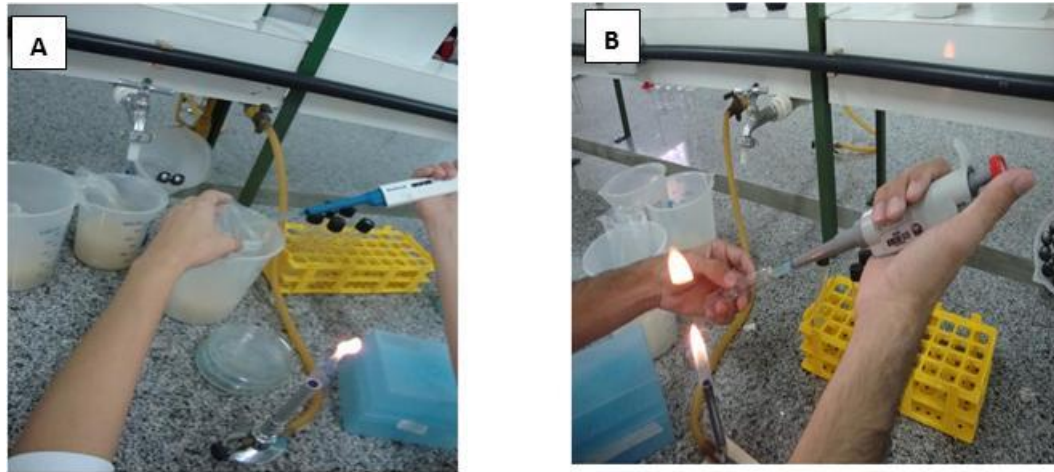
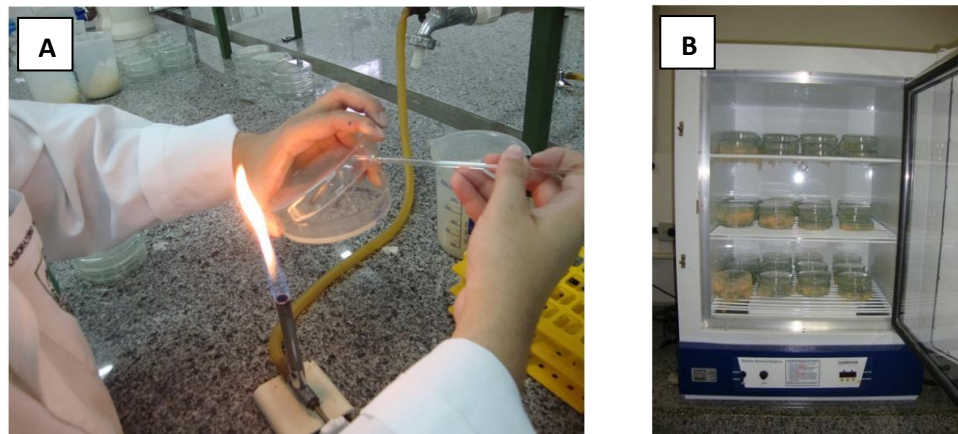


Figura 3 - Aplicação da diluição em placa (A); Estufa para desenvolvimento de microrganismos a 25 °C (B).



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento de leveduras e fungos filamentosos na polpa de mangaba foi afetado pela pasteurização e o efeito do congelamento foi preponderante em polpas não pasteurizadas.

Na Tabela 2 os resultados do teste de médias estão dispostos por tratamentos e tempo de estocagem em dias. Os valores estão determinados em UFC.g⁻¹ (unidades formadoras de colônia por grama), onde os contrastes podem ser percebidos entre as diferentes combinações de métodos de fabricação e conservação de polpa de mangaba no 1º, 15º, 30º, 45º, 60º, 75º e 90º dia após a fabricação.

A pasteurização foi o principal fator de diminuição dos microrganismos existentes na polpa de mangaba, podendo-se constatar a eficiência de 99,35% na redução das unidades formadoras de colônias por leveduras e/ou fungos filamentosos em polpas congeladas a -18 °C, após 24 horas de fabricadas. Teixeira *et al.* (2006) observaram o efeito do tratamento térmico na conservação de polpa de graviola e obtiveram resultados de até quatro reduções decimais (99,99%) da carga microbiana inicial. Comprovando que a pasteurização é uma forma eficiente de aumentar a qualidade microbiológica da polpa produzida. Vários outros autores também constataram a eficácia do tratamento térmico na redução de microorganismos em polpas de frutas de diversos sabores (CARVALHO FILHO e MASSAGUER (1997); RAJASHEKHARA *et al.* (2000); NEVES *et al.* (2007); LIMA (2010)).

Os tratamentos testados sem pasteurização em que as polpas foram mantidas em geladeira a 8 °C (± 2 °C), tornaram-se inviáveis pelo excesso de colônias formadas por leveduras e/ou fungos filamentosos. Esse desenvolvimento aconteceu de forma expressiva mesmo após 24 horas de fabricação e não se restringiu a nenhuma ação do benzoato de sódio, nem do metabisulfito, utilizados nas dosagens de 500 mg.dm⁻³ e 40 mg.dm⁻³, respectivamente.

Neves *et al.* (2007) estudaram a conservação de polpas de manga não pasteurizadas e sem adição de conservantes, e obtiveram valores médios entre $1,14 \times 10^6$ e $3,34 \times 10^6$ UFC.g⁻¹ de fungos filamentosos e/ou leveduras quando as polpas foram armazenadas em temperatura ambiente (± 25 °C). Estes dados corroboram

com os níveis de desenvolvimento de microrganismos encontrados no presente trabalho.

Tabela 2: Contagem de fungos filamentosos e leveduras (UFC.g⁻¹) em polpas de mangaba produzidas por métodos combinados e armazenadas sob diferentes temperaturas.

S/ PASTEURIZAÇÃO	REFRIGERAÇÃO A +8 °C	DIAS	SEM ADITIVO	C/ METABISSULFITO	C/ BENZOATO DE SÓDIO	C/ META E BENZOATO
		1	> 5 x 10 ³	> 5 x 10 ³	> 5 x 10 ³	> 5 x 10 ³
		15	> 5 x 10 ³	> 5 x 10 ³	> 5 x 10 ³	> 5 x 10 ³
		30	> 5 x 10 ³	> 5 x 10 ³	> 5 x 10 ³	> 5 x 10 ³
		45	> 5 x 10 ³	> 5 x 10 ³	> 5 x 10 ³	> 5 x 10 ³
		60	> 5 x 10 ³	> 5 x 10 ³	> 5 x 10 ³	> 5 x 10 ³
		75	> 5 x 10 ³	> 5 x 10 ³	> 5 x 10 ³	> 5 x 10 ³
		90	> 5 x 10 ³	> 5 x 10 ³	> 5 x 10 ³	> 5 x 10 ³
C/ PASTEURIZAÇÃO	REFRIGERAÇÃO A -18 °C	1	2,5 X 10 ³ Cb	2,5 x 10 ³ Bb	1,9 x 10 ³ Bb	2,4 x 10 ³ Cb
		15	2,1 X 10 ³ Cb	1,8 x 10 ³ Bb	3,8 x 10 ² Aa	1,6 x 10 ³ Bb
		30	1,6 X 10 ³ BCb	4,2 x 10 ² Aa	2,6 x 10 ² Aa	7,5 x 10 ² ABab
		45	2,6 X 10 ² Aa	3,2 x 10 Aa	0,5 x 10 Aa	7,2 x 10 ² ABa
		60	5,1 X 10 ² Aa	5,4 x 10 ² Aa	3,1 x 10 Aa	3,7 x 10 ² Aa
		75	1,4 X 10 ² Aa	2,9 x 10 Aa	0,3 x 10 Aa	1,4 x 10 ² Aa
		90	6,0 X 10 ² ABa	3,5 x 10 ² Aa	4,8 x 10 ² Aa	1,2 x 10 ³ ABa
	REFRIGERAÇÃO A +8 °C	1	0,2 X 10 Aa	0,2 x 10 Aa	0,1 x 10 Aa	2 x 10 Aa
		15	0,1 X 10 Aa	1,6 x 10 ² Aa	2,5 x 10 Aa	8,0 x 10 Aa
		30	1,3 X 10 ² Aa	2,2 x 10 Aa	1,2 x 10 ² Aa	3,6 x 10 Aa
		45	1,1 X 10 Aa	1,1 x 10 Aa	2,3 x 10 Aa	0,5 x 10 Aa
		60	2,4 X 10 Aa	1,2 x 10 ² Aa	2,3 x 10 ² Aa	2,6 x 10 Aa
		75	1,1 X 10 ² Aa	1,3 x 10 ² Aa	3,4 x10 Aa	1,2 x 10 Aa
		90	4,5 X 10 ² Aa	3,8 x 10 ² Aa	5,9 x 10 ² Aa	4,0 x10 Aa
	REFRIGERAÇÃO A -18 °C	1	4,0 X 10 Aa	0,1 x 10 Aa	1,8 x 10 Aa	0,2 x 10 Aa
		15	1,2 X 10 ² Aa	1,2 x 10 ² Aa	0,1 x 10 Aa	5,5 x 10 Aa
		30	2,3 X 10 ² Aa	4,6 x10 ² Aa	2,9 x 10 ² Aa	0,6 x 10 Aa
		45	0,1 X 10 Aa	1,7 x 10 Aa	0,1 x10 Aa	0,1 x 10 Aa
		60	2,4 X 10 ² Aa	6,7 x 10 ² Aa	1,4 x 10 ² Aa	1,5 x 10 ² Aa
		75	1,4 X 10 ² Aa	1,1 x 10 Aa	1,2 x 10 ² Aa	1,2 x 10 ² Aa
		90	5,0 X 10 ² Aa	5,8 x 10 ² Aa	2,5 x 10 ² Aa	1,8 x 10 ² Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, na coluna referente a um único tratamento; Letras seguidas letras minúsculas iguais não diferem entre si entre si, ao nível de 5% de probabilidade, nas linhas correspondentes a uma única época de avaliação.

Apenas um dia após a confecção das polpas de mangaba, já foi possível contabilizar 3,9 x 10⁴ UFC.g⁻¹ nas polpas sem pasteurização, sem aditivo químico e armazenada a 8 °C. Este número é

aproximadamente oito vezes maior que o limite máximo estabelecido na Instrução Normativa Nº 01 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), de 2000 (BRASIL, 2000), que determina para aquelas bebidas não fermentadas e não pasteurizadas, que a quantidade máxima não deve ultrapassar de 5×10^3 UFC.g⁻¹ de fungos ou leveduras.

No método comumente utilizado na fabricação de polpas de frutas no Estado de Alagoas, o qual não utiliza a pasteurização, mas o armazenamento se dá em condição de congelamento (a pelo menos - 18 °C), correspondeu com às exigências regulamentadas pelos órgãos de controle, no que diz respeito aos níveis de UFC.g⁻¹ de leveduras e fungos filamentosos na polpa de mangaba.

Embora, estes tratamentos tenham obtido médias de UFC.g⁻¹ em consonância com as normas da legislação pertinente, tais valores foram bem superiores aqueles oriundos de polpas submetidas à pasteurização, esta diferença foi de 99,35% (24 horas após a fabricação), conforme mencionado anteriormente.

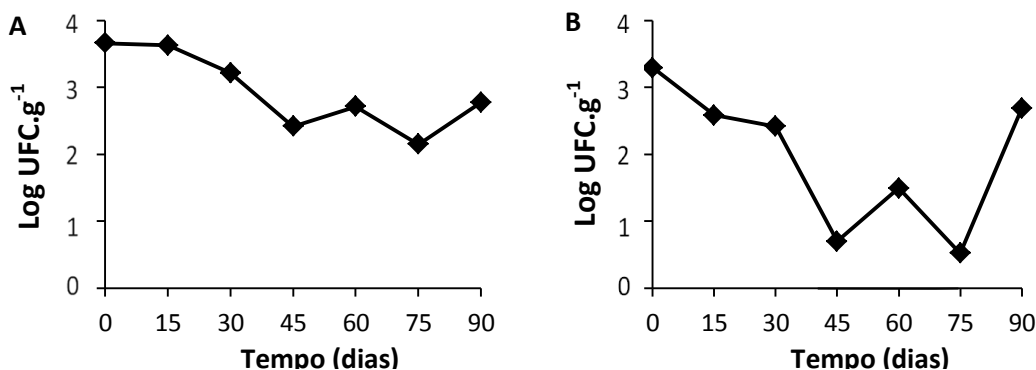
Ainda ao correlacionar os níveis de microrganismos durante a vida de prateleira, observaram-se diminuições graduais à medida que aumentou o prazo de fabricação. Conforme a Tabela 2, em todos os tratamentos testados que a polpa de mangaba não foi pasteurizada e congelada a -18 °C (± 3 °C), seus valores iniciais de UFC de leveduras e fungos filamentosos foram mais elevados que nos períodos avaliados subsequentemente. Logo depois de confeccionadas, estas obtiveram as maiores médias de UFC.g⁻¹ dentre os períodos avaliados. As colônias formadas foram progressivamente diminuídas até as polpas completarem 45 dias de armazenamento, na sequência houve uma estabilização neste quantitativo. Portanto, não ocorreu crescimento de microrganismos na condição de estocagem das polpas em questão (-18°C).

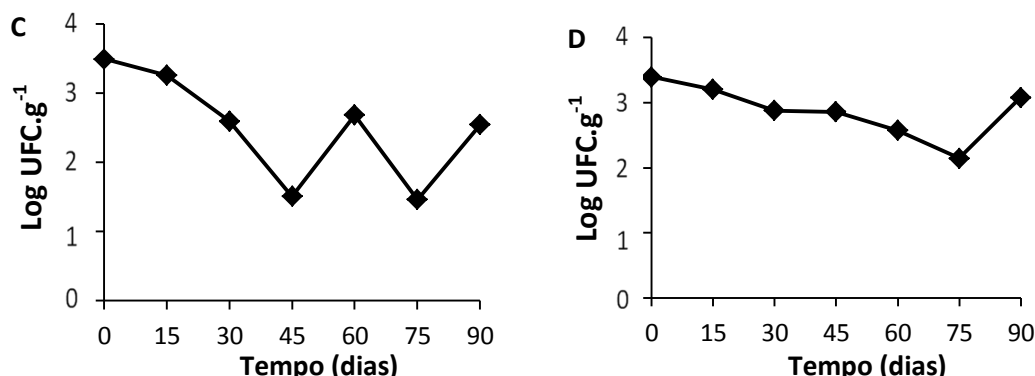
Nos últimos 45 dias de conservação das polpas não pasteurizadas e congeladas, observou-se uma equiparação dos valores médios de UFC's daquelas pasteurizadas (Tabela 2). Lavinas et al. (2006), estudaram a estabilidade microbiológica do suco de caju *in natura* armazenado por 120 dias, em diferentes condições de estocagem e verificaram que nos sucos congelados a contagem de fungos filamentosos e leveduras permaneceu inferior a inicial.

A temperatura limite de congelamento para haver crescimento microbiano é de -5°C a -8°C , e de até 3°C abaixo para as leveduras. Além da paralisação do crescimento, no congelamento, existe a redução da microbiota devido à morte ou injúria das células, que durante este processo são sujeitas a danos mecânicos nas paredes celulares e membranas em função da formação de cristais intracelulares, perda do balanço eletrolítico resultante da desidratação e aumento da concentração de solutos, possível desnaturação de proteínas, ruptura de membranas pela máxima compressão e diminuição do volume celular, assim como danos devido a processos de recristalização (GEIGES, 1996). Estes fenômenos, ocasionados sob congelamento, podem explicar os decréscimos de unidades de colônias perceptíveis ao longo do tempo de estocagem.

Não houve efeito significativo do metabissulfito ou do benzoato de sódio nas concentrações estudadas ao final de 90 dias de armazenamento nas polpas não pasteurizadas e congeladas. A associação com os dois conservantes também não resultou em diminuição de colônias formadas. Porém, até um mês de armazenamento, a polpa sem adição de conservante obteve maior desenvolvimento de colônias de leveduras e/ou fungos filamentosos (Figura 4A). A partir deste período de conservação, pode-se observar um decréscimo ao ponto de ser estabelecida uma média que não diferiu daquelas polpas que receberam aditivos químicos (ver Tabela 2 e Figura 4).

Figura 4 – Gráficos de contagem de $\text{UFC}\cdot\text{g}^{-1}$ de leveduras e/ou fungos filamentosos em polpa de mangaba não pasteurizada, congelada a -18°C ($\pm 2^{\circ}\text{C}$), A - sem aditivo químico, B - com benzoato de sódio, C - com metabissulfito, D – com metabissulfito e benzoato de sódio.





As polpas pasteurizadas e armazenadas em geladeira a 8 °C (± 2 °C), puderam revelar baixos níveis de fungos filamentosos e leveduras durante 90 dias de conservação. A Instrução Normativa nº 01, de 07 de janeiro de 2000, determina que o valor máximo seja 2×10^3 UFC.g⁻¹ de fungos filamentosos ou leveduras para polpas pasteurizadas (BRASIL, 2000). Em estudos feitos por Teixeira *et al.* (2006 b) com polpa de graviola pasteurizada a 80 e 90 °C, verificaram que há possibilidade de manter a polpa com baixas concentrações de bactérias, fungos filamentosos e leveduras pelo menos por 120 dias em temperatura ambiente (± 25 °C) sem necessariamente adicionar produtos químicos, pois o efeito do tratamento térmico é suficiente para sanar possíveis problemas com microrganismos durante quatro meses de prateleira sem congelamento.

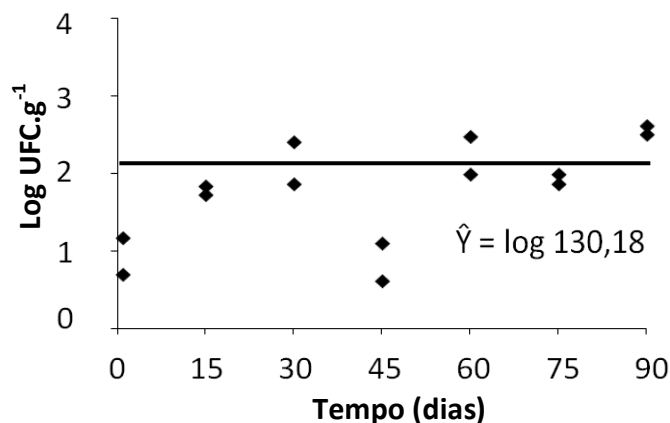
Estas observações corroboram com os dados obtidos no presente trabalho, onde não foram identificadas diferenças significativas da polpa apenas pasteurizada daquelas pasteurizadas e acrescidas com metabissulfito ou benzoato de sódio.

A concentração de UFC de fungos filamentosos e leveduras na polpa de mangaba pasteurizada, através de análise estatística feita pelo Teste F a 5 % de probabilidade, não foi influenciada pelo tempo de estocagem. Porém, existiram tendências de elevação das UFC's nestas polpas durante o período de armazenamento, pois foi percebido um ligeiro acréscimo de valores médios de UFC ao longo do tempo, mesmo havendo a semelhança estatística.

As médias de UFC's nas polpas refrigeradas (8°C, ± 2) e congeladas (-18°C, ± 2) não diferiram entre si (Tabela 2 e Figura 5). O gráfico acima ilustra claramente a estabilidade do crescimento de microrganismos deterioradores na polpa de mangaba pasteurizada, independentemente da temperatura de estocagem, ao longo

de 90 dias. A média foi invariável significativamente até o final do experimento, $\hat{Y} = 1,3 \times 10^2$, nível muito abaixo do limite máximo estabelecido.

Figura 5 – Gráfico de contagem de UFC.g⁻¹ de fungos filamentosos e/ou leveduras em polpa de mangaba pasteurizada armazenadas sob refrigeração ou congelamento.



Pelais et al. (2008), estudaram a combinação de métodos para conservação da polpa de murici e concluíram que adição de conservantes e o tempo de armazenamento não exercem influência significativa sobre a microbiota existente na polpa pasteurizada a 80 °C e armazenada a temperatura de 25 °C por 120 dias.

A qualidade adquirida na polpa pasteurizada condiz com uma possível redução nos custos de armazenamento ao longo da vida de prateleira sob refrigeração (a +8 °C) em relação às polpas não pasteurizadas, que dependem de maior consumo de energia elétrica devido à necessidade de congelamento (-18 °C) para que seja evitado o desencadeamento de um processo de deletério em detrimento a carga microbiana elevada.

Os resultados deste estudo, embora tenham mostrado que o tratamento térmico aplicado foi suficiente para diminuir satisfatoriamente as concentrações de fungos filamentosos e leveduras, à concentrações condizentes aos limites estabelecidos pela legislação vigente, estudos mais detalhados sobre a termorresistência dos fungos, aplicados à cinética de inativação microbiana, fazem-se necessários. Tais estudos podem servir para definir se a realização do armazenamento de polpas de mangaba pasteurizadas, à temperatura mais elevada, tornaria o processo de armazenamento mais eficiente no ponto de vista da economicidade e garantia dos padrões de qualidade microbiológica.

É importante ressaltar que existe uma carência de trabalhos que relatem a estabilidade microbiológica da polpa de mangaba, principalmente com métodos de fabricação mais sofisticados para armazenamento e conservação. Este fato dificultou a comparação dos resultados aqui obtidos com a literatura disponível.

4 CONCLUSÕES

- a) A pasteurização “*hot filling*”, a 80 °C (± 5 °C) durante três minutos para polpa de mangaba, é uma prática que promove melhoria expressiva na qualidade microbiológica, podendo reduzir 99% das UFC de fungos filamentosos e leveduras;
- b) As polpas de mangaba não pasteurizadas, mesmo com adição de metabissulfito de potássio e/ou benzoato de sódio nas concentrações de 40 mg.dm⁻³ e 500 mg.dm⁻³, respectivamente, não devem ser armazenadas em condições de refrigeração (em geladeira a +8 °C), pois ocorre o crescimento excessivo de microrganismos;
- c) O método de conservação envolvendo pasteurização dispensa o uso de metabissulfito de potássio e benzoato de sódio, independentemente da temperatura de estocagem (se por congelamento ou refrigeração) até 90 dias de prateleira;
- d) Tanto o método convencional de produção de polpas de mangaba (sem pasteurização, sem aditivos químicos e armazenadas sob congelamento) quanto as combinações de métodos de conservação aqui apresentadas, atendem às exigências estabelecidas na legislação pertinente, exceto as polpas não pasteurizadas conservadas em geladeira a +8 °C;
- e) As polpas pasteurizadas, conforme metodologia do presente trabalho, podem proporcionar produtos mais seguros além de possíveis reduções nos custos de armazenamento, já que permanecem estáveis do ponto de vista microbiológico em temperatura de estocagem superior ao congelamento convencional;
- f) Polpas de mangaba não pasteurizadas mantidas congeladas reduzem consideravelmente as quantidades de fungos filamentosos e leveduras após 45 dias de armazenamento, certamente, em função das injúrias provocadas pelo frio sobre os microrganismos presentes;
- g) Embora a pasteurização seja uma forma eficiente para reduzir a carga microbiana inicial em polpas de mangaba, estudos mais detalhados sobre a cinética de inativação de fungos termorresistentes se fazem necessários para dar aporte a essa prática para as agroindústrias de polpa de frutas.

5 REFERÊNCIAS

BEZERRA, G. A. S. et al. **Influência da Redução da Atividade de Água, Adição de Conservantes e Branqueamento na Preservação da Polpa de Bacuri por Métodos Combinados.** B.CEPPA, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 217-232, jul./dez. 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa Nº 1, de 07 de janeiro de 2000, **Aprova o Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta.** Diário Oficial da União, 10 de janeiro de 2000, Seção 1, p. 54.

CARVALHO FILHO, C.D.; MASSAGUER, P.R. **Processamento térmico de purê de banana (*Musa cavendishii*, Lamb.) em embalagens flexíveis esterilizáveis.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.17, n.3, p.213-218, 1997.

GEIGES, O. **Microbial processes in frozen foods.** Advances in Space Research, London, v. 18, n. 12, p. 109-118, 1996.

LAVINAS, F. C., et al. **Estudo da Estabilidade Química e Microbiológica do Suco de Caju *in natura* Armazenado em Diferentes Condições de Estocagem.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 26, n. 4, Out./Dez. 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612006000400026>>. Acesso em: 13 de janeiro de 2012.

LEDERMAN, I. E., et al. **M. Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes).** Jaboticabal: Funep, 2000. 35 p.

LIMA, R. M. T. **Avaliação da Estabilidade Química, Físico-Química e Microbiológica de Polpas de Acerola Orgânica Pasteurizada e Não-Pasteurizada.** 2010. 94f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Alimentos). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará. 2010.

MASTELA, A. S.; MILAN, F. N. **Estratédia de Marketing no Segmento de Produtos Hortifrutícolas Processados: análise de uma empresa do setor.** Revista de Ciências Gerenciais, São Paulo, v. 13, n. 17, p.97 -112, 2009.

NEVES, L. C., et al. **Produção de polpas de mangas Tommy Atkins, na Amazônia Setentrional, Através da Aplicação de Preservativos e da Pasteurização.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 576-582, Dez. 2007.

PELAIS, A. C. A.; ROGEZ, H.; PENA, R. S. **Estudo da Pasteurização da Polpa de Muruci.** Alimnetação e Nutrição, Araraquara, v.19, n.1, p. 17-24, jan./mar. 2008.

QUEIROZ, E. C.; MENEZES, H. C. **Suco de Laranja.** IN: VENTURINI FILHO, W. G. Tecnologia de Bebidas: matéria-prima, processamento, BOF/APPCC, legislação e mercado. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. Capítulo 11. P. 221-254.

RAJASHEKHARA, E.; SURESH, E.R.; ETHIRAJ, S. **Modulation of thermal resistance of ascospores of *Neosartorya fischeri* by acidulants and preservatives in mango and grape fruit.** Food Microbiology, v.17, p.269-275, 2000.

TEIXEIRA, C. K. B.; NEVES, E. C. A.; PENA, R. S. **Estudo da Pasteurização da Polpa de Graviola.** Alimentação e Nutrição, Araraquara, v.17, n. 3, p.251-257, jul./set. 2006.

WILKINSON, J. et al. **Perspectivas do Investimento em Agroindústria.** Rio de Janeiro: UFRJ, 2009. p. 138.

CAPÍTULO III

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE SUCO DE MANGABA (*Hancornia speciosa* G.) PRODUZIDO A PARTIR DE POLPAS CONSERVADAS POR MÉTODOS COMBINADOS

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi verificar a aceitação organoléptica do suco de mangaba confeccionado a partir de polpas conservadas por métodos combinados. Para tanto, produziram-se polpas através da associação de técnicas de preservação envolvendo tratamento térmico (com e sem pasteurização), aditivos conservantes (metabissulfito de potássio: ausente e 40 mg.dm^{-3} ; benzoato de sódio: ausente e 500 mg.dm^{-3}) e diferentes temperaturas de armazenamento (-18°C e $+8^\circ\text{C}$), estocadas durante 90 dias. Foram realizados periodicamente testes de aceitação de sucos de mangaba originados de polpas conservadas a $+8^\circ\text{C}$ ao longo de 90 dias, compondo quatro ciclos avaliativos (1, 30, 60 e 90 dias após a fabricação). Ao final de 90 dias de armazenamento foi realizado outros testes de aceitação de suco de mangaba incluindo 16 tratamentos, derivados do arranjo fatorial de $2 \times 4 \times 2$ (duas formas de processamento, quatro opções de adição de compostos conservantes e duas temperaturas de estocagem). Utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso, com 40 repetições (provadores). Cada provador constituiu uma unidade experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de médias, a 5% de probabilidade. As notas, referenciadas por escala hedônica de 1 a 9, obtidas para a variável “sabor” em sucos produzidos a partir de polpas conservadas por métodos combinados, não diferiram do tratamento testemunha (sem pasteurização, sem aditivos químicos e mantidas a -18°C). Valores superiores a 70% dos provadores atribuíram notas entre 7 e 9, correspondentes a “gostei regularmente” e “gostei muitíssimo”, para todos os parâmetros avaliados (aparência, aroma, cor, viscosidade e sabor).

Palavras-chave: Suco de mangaba. Teste de aceitação. Métodos de conservação.

ABSTRACT

The objective of this work was to validate the acceptance of mangaba juice made from pulp preserved by combined methods. To this end, pulps were stored for 90 days by combining preservation techniques involving heat treatment (with and without pasteurization), additives preservatives (potassium metabisulfite, missing and 40 mg.dm^{-3} , sodium benzoate, missing and 500 mg.dm^{-3}) and different storage temperatures (-18°C and $+8^{\circ}\text{C}$). Trials of acceptance of the juice prepared by mangaba pulp stored at $+8^{\circ}\text{C}$ were conducted periodically (1, 30, 60 and 90 days after manufacture). Another trial performed only at the end of 90 days storage that included 16 treatments, derived from a factorial arrangement of $2 \times 4 \times 2$ (two forms of processing, four options of adding preservative compounds and two storage temperatures). The experiment was carried out in a completely randomized design with 40 replicates (tasters). Each taster was an experimental unit. The data were submitted to ANOVA at 5% probability. The notes, referenced by an hedonic scale from 1 to 9, obtained for the variable "flavor" in juices made from pulp preserved by combined methods did not differ from control (without pasteurization, without chemical additives and kept at -18°C). Values greater than 70% of the panelists assigned scores between 7 and 9 corresponding to "like regular" and "liked very much" for all evaluated parameters (appearance, aroma, color, viscosity and flavor).

Keywords: Mangaba juice. Acceptance testing. Preservation methods.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma das maiores diversidades de espécies frutíferas do mundo devido à vasta extensão territorial e ampla variação climática. A região Nordeste é caracterizada por produzir frutos tropicais com boas perspectivas para exploração econômica (SOUZA FILHO et al., 2000).

As frutas nativas estão cada vez mais inseridas no mercado, atendendo aos novos padrões de consumo, associados principalmente ao seu lugar de produção e à possibilidade de consumir algo de aparência e sabor exótico, a exemplo da mangaba, do cajá, umbu e outros (MOTA et al., 2008).

A mangaba apresenta ótimo aroma e sabor, sendo bastante apreciada em virtude das excelentes características organolépticas e nutricional. Apresenta um bom valor nutritivo, com teor proteico ($0,7 \text{ g.100g}^{-1}$ de polpa) superior ao da maioria das espécies frutíferas. É rica em diversos elementos e em sua composição, encontramos a provitamina A e as vitaminas B1, B2 e C, além de ferro, fósforo e cálcio (HANSEN, 2011).

Alternativas tecnológicas de processamento industrial de frutas tropicais têm sido relatadas em diversos estudos (COSTA et al., 2003; MONTEIRO et al., 2005; TEIXEIRA et al., 2006; TAVARES FILHO, 2007; NEVES et al. 2007; SANTOS, 2009; ARAÚJO et al., 2010). A fabricação de polpas de frutas é uma tecnologia de simples aplicação que tem ganhado espaço nos últimos anos e a combinação de métodos de conservação surge como uma opção aos métodos onerosos, a exemplo do congelamento que confere um elevado consumo de energia elétrica.

Comumente as tecnologias de obstáculos praticadas em métodos combinados de conservação de polpas de frutas envolvem tratamento térmico, adição de conservantes e diferenciação da temperatura de armazenamento, proporcionando estabilidade das condições físico-químicas e microbiológicas do produto. Não obstante, as características reais da fruta podem ser modificadas em detrimento às alterações na composição do produto.

Nesse contexto, fazem-se necessários estudos sensoriais sobre as possíveis mudanças na polpa de mangaba conservada por métodos combinados, visando à satisfação do consumidor. As técnicas de análise sensorial, que consistem em analisar os alimentos por meio dos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição,

têm sido cada vez mais utilizadas para verificar ou identificar a qualidade de um novo produto ou as suas alterações durante o armazenamento (ALMEIDA, 1996).

Nos últimos anos, a indústria alimentícia tem utilizado a análise sensorial como ferramenta para medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos, sendo um componente essencial no desenvolvimento, manutenção, otimização, controle de qualidade e avaliação do potencial de mercado de um determinado alimento (MEILGAARD et al., 1991; STONE e SIDEL, 1993; BI, 2003).

O instrumento de medida utilizado pela análise sensorial é o homem e, segundo Meilgaard et al. (1991), nenhum instrumento ou combinação de instrumentos poderia substituir os sentidos humanos, os quais são capazes de registrar uma expressão integral da complexidade de um alimento. Segundo Zurowietz (1996), todos os nossos sentidos e percepções sensoriais convergem para formar uma emoção total de aceitação.

Aparência é o fator de qualidade de maior importância do ponto de vista da comercialização. É avaliada por diferentes atributos tais como grau de frescor, tamanho, forma, cor, higiene, maturidade e ausência de defeitos (Chitarra, 1998). Após o processamento, as frutas tendem a se tornar escuras, sendo o fenômeno de escurecimento enzimático dos tecidos oriundo de reações catalisadas pelas enzimas polifenol oxidase e peroxidase, alterando simultaneamente a qualidade nutricional e sensorial no fruto (SHINAGAWA, 2009). O escurecimento é resultado da oxidação enzimática de compostos fenólicos pelas polifenóis oxidases, sendo o produto inicial a quinona que rapidamente se condensa, formando pigmentos escuros insolúveis, denominados melanina (MCEVILY e IYENGAR, 1992; TAYLOR e CLYLESDALE, 1987).

Embora a pasteurização estabilize o produto a qualidade da polpa pode ser afetada, devido a perdas de compostos de aroma e sabor característicos da fruta in natura. O efeito da alta temperatura contribui para a degradação da cor e para o escurecimento não enzimático (COSTA et al., 2003). A principal causa de destruição dos carotenoides é a oxidação (enzimática ou não-enzimática), que depende da presença de oxigênio, metais, enzimas, lipídios insaturados, pró-oxidantes, ou antioxidantes, severidade do tratamento térmico e outros (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999).

O sabor e o aroma são apreciados em conjunto e designados como “flavor”, uma vez que se correlacionam como atributo único de qualidade. O “flavor”, segundo Chitarra, (1998) é a percepção sutil e complexa da combinação entre sabor (doce, ácido, adstringente, amargo), odor (substâncias voláteis) e textura (firmeza, maciez, granulidade).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os parâmetros “aparência, aroma, cor, viscosidade e sabor”, através de teste de aceitação do suco de mangaba, feito a partir de polpas conservadas por métodos combinados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de março a junho de 2011. A primeira etapa foi realizada em uma unidade comercial de processamento de polpas de frutas, no interior de Alagoas (Empresa AGRICOM – Agroindústria e Comércio Anadiense LTDA, situada na Fazenda Jequiá, s/n, Anadia-AL), onde se realizou o processamento das polpas de mangaba. A segunda etapa envolveu análises sensoriais que foram conduzidas no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto Federal de Alagoas – *Campus Satuba*.

Os frutos foram adquiridos diretamente dos produtores, em estado congelado e acondicionado em embalagens plásticas contendo entre 2,5 a 3,5 kg da fruta. A limpeza dos frutos foi realizada pelos próprios fornecedores na ocasião da colheita, como ocorre convencionalmente na cadeia produtiva da mangaba.

Na agroindústria os frutos foram inicialmente pesados e depois postos em uma mesa de inox para descongelar. Após o descongelamento, realizou-se o despulpamento com auxílio de duas máquinas elétricas despulpadeiras (modelo Bonina de um estágio), a primeira com peneira inoxidável de 0,8 mm, com a função de separar a polpa da semente, e a segunda com peneira inoxidável de menor diâmetro (0,5 mm), utilizada para refinar a polpa de mangaba visando retirar as impurezas (fibras, casca, pedaços de semente etc.) e melhorar o aspecto visual do produto.

A combinação dos métodos de conservação foi aplicada através de dois tipos de processamento (com ou sem pasteurização), utilização de benzoato de sódio (BS) a 500 mg.dm^{-3} (com ou sem BS), metabissulfito de potássio (MP) a 40 mg.dm^{-3} (com ou sem MP) e duas temperaturas de armazenamento (refrigeração a $+8^\circ\text{C}$ ou congelamento tradicional a -18°C), resultando em um arranjo fatorial de $2 \times 4 \times 2$.

As concentrações dos ativos conservantes foram estabelecidas conforme a RDC Nº 05, de 15 de janeiro de 2007 (ANVISA, 2007). O tratamento térmico foi praticado com auxílio de um tacho e de fogão industrial, conforme descrição do Dossiê Técnico sobre Produção de Polpa de Fruta Congelada e Suco de Frutas, emitido pelo Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT, 2006). A polpa foi aquecida a 80°C ($\pm 3^\circ\text{C}$) durante três minutos e homogeneizada constantemente. A

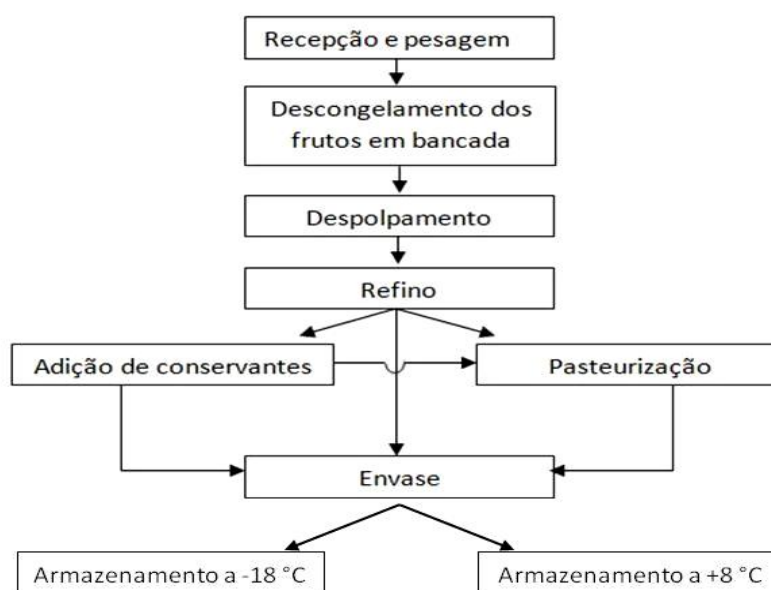
temperatura foi medida com auxílio de termômetro digital apropriado, com precisão de uma casa decimal.

Tabela 1: Distribuição dos tratamentos de conservação de polpa de mangaba por métodos combinados.

Tratamento	Processamento	Aditivo químico		Temperatura de estocagem
		BS	MP	
Trat. 1	sem pasteurização	sem BS	sem MP	refrigeração
Trat. 2	sem pasteurização	sem BS	sem MP	congelamento
Trat. 3	com pasteurização	sem BS	sem MP	refrigeração
Trat. 4	com pasteurização	sem BS	sem MP	congelamento
Trat. 5	sem pasteurização	com BS	sem MP	refrigeração
Trat. 6	sem pasteurização	com BS	sem MP	congelamento
Trat. 7	com pasteurização	com BS	sem MP	refrigeração
Trat. 8	com pasteurização	com BS	sem MP	congelamento
Trat. 9	sem pasteurização	sem BS	com MP	refrigeração
Trat. 10	sem pasteurização	sem BS	com MP	congelamento
Trat. 11	com pasteurização	sem BS	com MP	refrigeração
Trat. 12	com pasteurização	sem BS	com MP	congelamento
Trat. 13	sem pasteurização	com BS	com MP	refrigeração
Trat. 14	sem pasteurização	com BS	com MP	congelamento
Trat. 15	com pasteurização	com BS	com MP	refrigeração
Trat. 16	com pasteurização	com BS	com MP	congelamento

*BS = 500 mg.dm⁻³ de benzoato de sódio; **MP = 40 mg.dm⁻³ de metabissulfito de potássio

Figura 1 – Fluxograma de processamento da polpa de mangaba por métodos combinados.



Após a pasteurização, o enchimento foi realizado a quente (*hot fill*), com máquina envasadora/dosadora automática. Utilizou-se filme de PEBD (polietileno de baixa densidade), com 60 μm de espessura, soldados através resistências com sistema de resfriamento por circulação de água. Cada saquinho de polpa de polpa de mangaba foi confeccionado com 100 gramas de peso líquido. As polpas armazenadas por congelamento foram mantidas durante 90 dias em câmara frigorífica a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) e as polpas refrigeradas forma mantidas em geladeira com sistema *frost free* automático, a $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$).

As avaliações foram feitas no Laboratório de Análise Sensorial do *Campus* Satuba do Instituto Federal de Alagoas, e consistiram na realização de quatro ciclos de análises com intervalos de um mês (1, 30, 60 e 90 dias após a fabricação) para as polpas conservadas sob refrigeração envolvendo os tratamentos T1, T3, T5, T7, T13, T15. Ao final de 90 dias de fabricação foi realizada uma análise sensorial incluindo os 16 tratamentos.

Figura 2 – Laboratório de Análise Sensorial do Instituto Federal de Alagoas – *Campus* Satuba.



Antes de cada avaliação sensorial as polpas foram submetidas à análise microbiológica e aqueles tratamentos que fugiam aos padrões estabelecidos pela legislação foram excluídos do teste.

Os testes de aceitação do suco de mangaba foram realizados contando com a colaboração de 40 provadores, voluntários, treinados e cadastrados. No treinamento foram utilizadas polpas integrais congeladas, onde os provadores observaram os aspectos originais do produto (aparência, cor, aroma, viscosidade e sabor). Os provadores envolvidos nas avaliações sensoriais periódicas (1, 30, 60 e 90 dias após a fabricação) foram os mesmos durante os quatro ciclos, assim, pretendeu-se obter o mínimo de influência do provador sobre a variabilidade dos dados.

Os testes sensoriais foram realizados a partir da análise da aparência, cor, viscosidade, do aroma e sabor através da degustação do suco. Na confecção das amostras, buscou-se manter 13 °Brix, para isso foi necessário diluir 100 gramas de polpa para 220 ml de água e 29,20 gramas de açúcar. A formulação foi obtida a partir de polpas não pasteurizadas e sem aditivos químicos, ou seja, polpas produzidas através da metodologia convencional.

Durante o teste, cada provador foi separado em cabine individualizada e recebeu três amostras de 30 ml de suco de mangaba com codificações aleatórias correspondentes a três tratamentos distintos. Junto à bandeja ainda recebeu um copo com 200 ml de água mineral e um biscoito de água e sal, para comer, se necessário, entre a degustação de duas amostras a fim de não haver dificuldade na percepção das características sensoriais entre os tratamentos. Com a mesma intenção, foi disponibilizado um copinho com 25 gramas de café para utilizar em caso de dificuldade na percepção do aroma.

Para emissão do relatório individual, utilizou-se uma ficha constando as codificações inseridas nas amostras, atribuindo-se notas de uma escala hedônica entre 1 e 9 para as variáveis: aparência, cor, aroma, viscosidade e sabor

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, seguindo esquema fatorial 6 x 4 (6 tratamentos e 4 períodos de armazenamento), com 40 repetições (provadores). No experimento realizado com todos os tratamentos ao final de 90 dias de armazenamento foi também empregado o

delineamento inteiramente casualizado envolvendo 16 tratamentos e 40 repetições (provadores).

Figura 3 – Avaliadores aguardando amostras de suco de mangaba para avaliação das características sensoriais (A); Bandeja contendo amostras de suco de mangaba, águas, biscoito e ficha de avaliação.

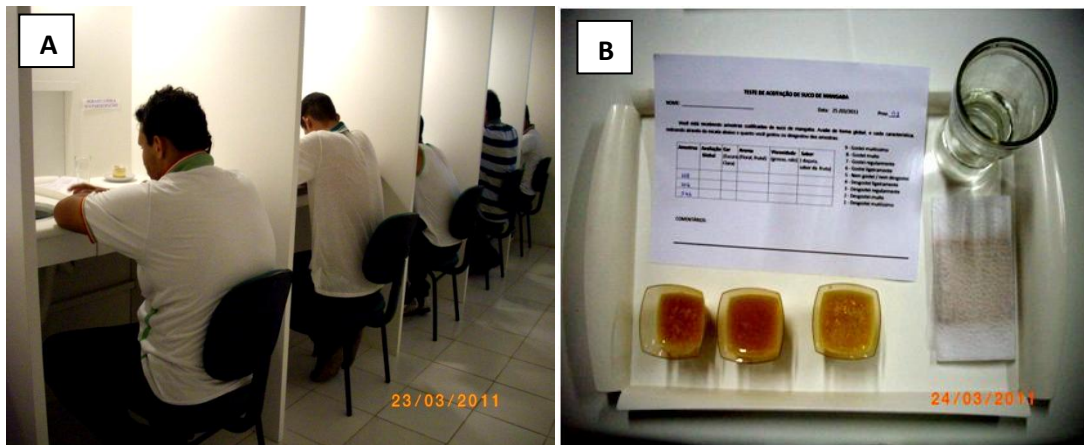


Figura 4 - Modelo de ficha de teste de aceitação de suco de mangaba e escala hedônica aplicada.

TESTE DE ACEITAÇÃO DE SUCO DE MANGABA

NOME: _____ Data: 18 /03/2011 Prov. 1

Você está recebendo amostras codificadas de suco de mangaba. Primeiro avalie de forma global e depois cada característica, indicando através da escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou das amostras.

ESCALA HEDÔNICA	ATRIBUTOS	AMOSTRAS			
		118	306	573	326
9 - Gostei muitíssimo 8 - Gostei muito 7 - Gostei regularmente 6 - Gostei ligeiramente 5 - Nem gostei / nem desgostei 4 - Desgostei ligeiramente 3 - Desgostei regularmente 2 - Desgostei muito 1 - Desgostei muitíssimo	Avaliação global				
	Cor (clara / escura)				
	Aroma (floral / frutal)				
	Viscosidade (grosso / ralo)				
	Sabor (doçura da fruta)				

COMENTÁRIOS: _____

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e comparação de médias através do teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do software estatístico Sisvar 5.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no teste de escala hedônica para os diferentes aspectos sensoriais dos sucos de mangaba, produzidos a partir de polpas refrigeradas a +8 °C e conservadas por métodos combinados ao longo de 90 dias, estão dispostos na Tabela 2 com seus respectivos quadrados médios, seguidos do nível de significância, a 5% de probabilidade pelo “Teste F”.

Tabela 2 . Quadrados médios da análise de variância referente ao teste sensorial em suco de mangaba feito polpas de mangaba conservadas por métodos combinados, para as seguintes variáveis: aparência, cor, aroma, viscosidade e sabor.

Fontes de variação	GL	Aparên.	Cor	Aroma	Viscos.	Sabor
Tratam.	2	1,26 ^{ns}	1,27 ^{ns}	3,39 ^{ns}	0,99 ^{ns}	2,02 ^{ns}
Tempo de armazen.	3	3,30 ^{ns}	13,03 ^{ns}	4,28 ^{ns}	3,56 ^{ns}	5,69 ^{ns}
Trat. x Temp	2	4,03 ^{ns}	1,29 ^{ns}	3,92 ^{ns}	3,89 ^{ns}	3,92 ^{ns}
Resíduo	408	1,56	1,90	2,50	2,28	2,61
CV (%)	—	17,03	18,81	22,28	21,72	22,57

^{ns}, * = não significativo e significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

As polpas não pasteurizadas e armazenadas sob refrigeração (a +8 °C), independentemente da adição de benzoato de sódio ou metabissulfito, ficaram inviabilizadas antes dos 30 dias de armazenamento, devido ao elevado desenvolvimento de microrganismos. Assim, os tratamentos relacionados a esta forma de conservação foram excluídos do teste sensorial.

Entre os sucos de polpas pasteurizadas e armazenadas sob refrigeração, com ou sem adição de conservantes (metabissulfito / benzoato de sódio), não houve diferença perceptível pelos avaliadores para as variáveis: aparência, cor, aroma, viscosidade e sabor. As propriedades sensoriais mantiveram valores semelhantes em todos os períodos de avaliação (1, 30, 60 e 90 dias após a fabricação).

As avaliações das características dos sucos revelaram através da escala hedônica, que aproximadamente 40% dos avaliadores deram nota correspondente a “gostei muito” (nota 8) para as variáveis aparência, cor, aroma, viscosidade e sabor,

em relação aos sucos confeccionados com polpas de mangaba pasteurizada (Figura 5 e 6).

Figura 5 – Histograma de frequência de avaliação sensorial de suco de mangaba (aparência, cor, viscosidade) feito a partir de polpa pasteurizada refrigerada.

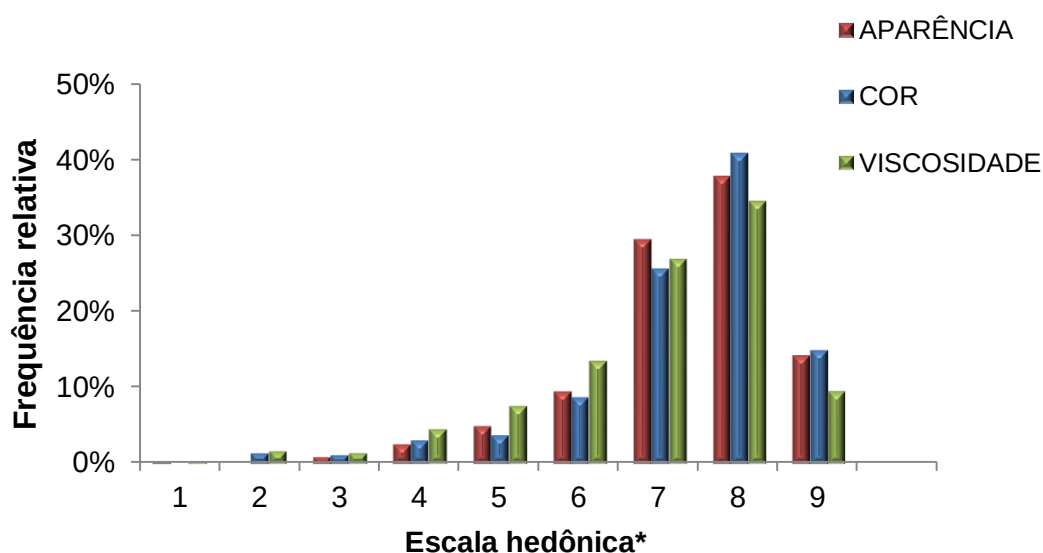
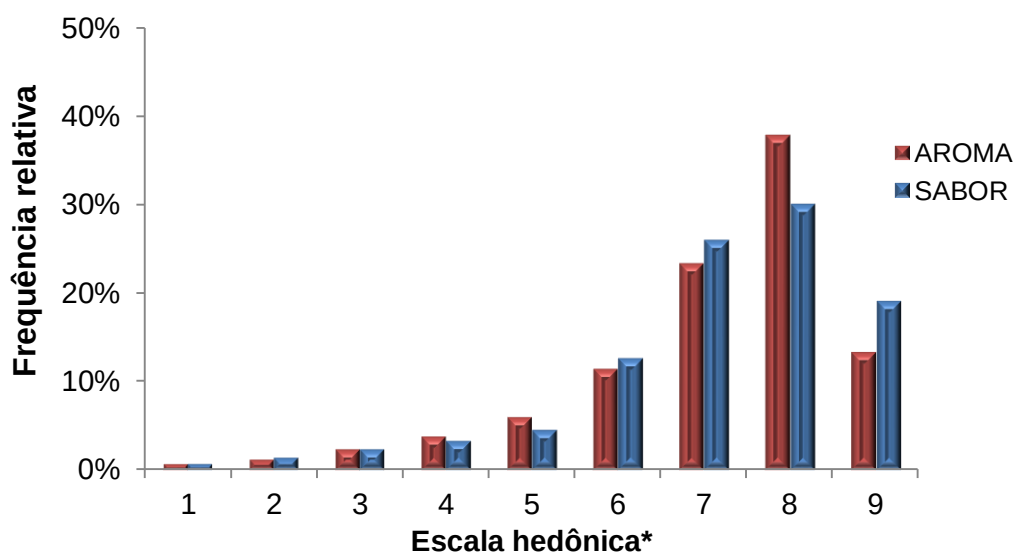


Figura 6 – Histograma de frequência de avaliação sensorial de suco de mangaba (aroma e sabor) feito a partir de polpa pasteurizada refrigerada.



*Escala hedônica: 1 – desgostei muitíssimo; 2 – desgostei muito; 3 – desgostei regularmente; 4 – desgostei ligeiramente; 5 - nem gostei/nem desgostei; 6 – gostei ligeiramente; 7 – gostei regularmente; 8 – gostei muito; 9 – gostei muitíssimo.

O percentual de provadores que deram nota superior a 7 (“gostei regularmente, gostei muito e gostei muitíssimo”) com relação ao sabor do suco de mangaba, produzido com polpa pasteurizada e refrigerada, correspondeu a 73% das opiniões.

Santos (2009) demonstrou que o suco produzido a partir de polpas de umbu-cajá conservadas por métodos combinados (metabissulfito de sódio em polpa pasteurizada, benzoato de sódio em polpa pasteurizada e metabissulfito + benzoato de sódio para polpa pasteurizada) teve aceitação superior a 70% e também não houve diferença estatística do sabor entre os diferentes tratamentos.

Além das avaliações sensoriais periódicas das polpas armazenadas em condições de refrigeração (temperatura de geladeira, a 8 °C), com intervalos de 30 dias, conforme resultados explanados acima, aos 90 dias de fabricação foram realizadas análises sensoriais envolvendo também polpas conservadas em condições de congelamento (-18 °C). O resumo da análise de variância é apresentado na tabela 3, que integra apenas os tratamentos como fontes de variação.

Tabela 3 - Quadrados médios da análise de variância do teste sensorial em sucos de polpas de mangaba conservadas por métodos combinados durante 90 dias, para as variáveis: aparência, cor, aroma, viscosidade e sabor.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	APARÊ.N.	COR	AROMA	VISCOS.	SABOR
Tratam.	12	4,45 *	5,19 ns	6,72 *	3,33 ns	3,00 ns
Resíduo	408	1,70	2,31	2,59	2,35	2,79
CV (%)	—	17,43	20,86	22,45	21,38	23,71

ns, * = não significativo e significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

Tratam. = Tratamentos (sucos feitos a partir de polpa não-pasteurizada e congelada, não-pasteurizada e congelada + metabissulfito de potássio, não-pasteurizada e congelada + benzoato de sódio, não-pasteurizada e congelada + metabissulfito + benzoato de sódio, polpa pasteurizada e congelada, pasteurizada e congelada + metabissulfito de potássio, pasteurizada e congelada + benzoato de sódio, pasteurizada e congelada + metabissulfito + benzoato de sódio, polpa pasteurizada e refrigerada, pasteurizada e refrigerada + metabissulfito de potássio, pasteurizada e refrigerada + benzoato de sódio, pasteurizada e refrigerada + metabissulfito + benzoato de sódio).

Conforme pode ser observado na tabela acima, houve diferenças perceptíveis pelos provadores para as variáveis aparência e aroma em relação aos sucos

produzidos a partir de polpas de mangaba confeccionadas por combinações de métodos de conservação, pelo Teste F, a 5% de probabilidade.

Tabela 4: Teste de médias da análise sensorial do sucos de mangaba feitos a partir de polpas conservadas por métodos combinados aos 90 dias após a fabricação.

VARIÁVEL		POLPA NÃO PASTEURIZADA				POLPA PASTEURIZADA			
		Test.	MP	BS	MP + BS	Test.	MP	BS	MP + BS
Aparência	Refrigeração +8 °C	xx	xx	xx	xx	7,49 ab	7,31 ab	6,60 a	7,46 ab
Cor		xx	xx	xx	xx	7,14 a	7,03 a	6,66 a	6,91 a
Aroma		xx	xx	xx	xx	7,49 abc	7,26 abc	7,40 a	7,20 abc
Viscosidade		xx	xx	xx	xx	6,89 a	7,14 a	6,80 a	7,09 a
Sabor		xx	xx	xx	xx	7,06 a	6,80 a	6,40 a	7,20 a
Aparência	Congelamento -18°C	7,14 ab	7,77 b	7,43b	7,83 b	7,49 ab	7,72 b	7,94 b	7,60 ab
Cor		6,74 a	7,54 a	7,29a	7,74 a	7,37 a	6,67 a	7,69 a	7,67 a
Aroma		6,86 abc	7,97 c	6,89 ab	7,77 bc	7,20 abc	7,03 abc	6,94 abc	7,23 abc
Viscosidade		6,89 a	7,48 a	7,20 a	7,66 a	7,34 a	6,71 a	7,43 a	7,46 a
Sabor		6,77 a	7,17 a	6,86 a	7,43 a	7,29 a	6,94 a	7,29 a	7,26 a

Médias seguidas das mesmas letras nas linhas e nas colunas, desde que para mesma variável, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey; xx = Polpa inviabilizada antes de 90 dias de conservação; Test. = polpa sem aditivo químico (testemunha); MP = polpa com metabissulfito de potássio (40 mg.dm^{-3}); BS = polpa com benzoato de sódio (500 mg.dm^{-3}); MP + BS = polpa com metabissulfito de potássio e benzoato de sódio.

Constata-se através dos dados acima, que embora haja diferença estatística das características sensoriais aroma e cor, a amplitude de variação pode ser considerada irrelevante do ponto de vista prático, pois as médias refletem às classificações da escala hedônica entre “gostei ligeiramente e gostei regularmente”.

Uma análise mais concisa da opinião dos avaliadores pode ser explorada através da frequência relativa das notas dadas pelos provadores. Todas as variáveis expressaram comportamento semelhante, a nota oito da escala hedônica foi a mais atribuída ao suco de mangaba, invariavelmente, e corresponde a “gostei muito” dentre as opiniões (Figura 7).

As frequências relativas das notas superiores a sete (opiniões que vão de “gostei regularmente” a “gostei muitíssimo”), referem-se a 84% para aparência do suco, 79% para cor, 72% para aroma, 75% para viscosidade e 73% para o sabor.

Todos os tratamentos que os sucos incluíam polpas não-pasteurizadas e armazenadas em condição de refrigeração, não satisfizeram às exigências dos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação pertinente (BRASIL, 2000). Assim, os quatro tratamentos relacionados foram excluídos da análise sensorial.

Figura 7 – Histograma de frequência da avaliação sensorial de suco de mangaba (aparência, sabor e aroma) feito a partir de polpa conservada por métodos combinados aos 90 dias após a fabricação.

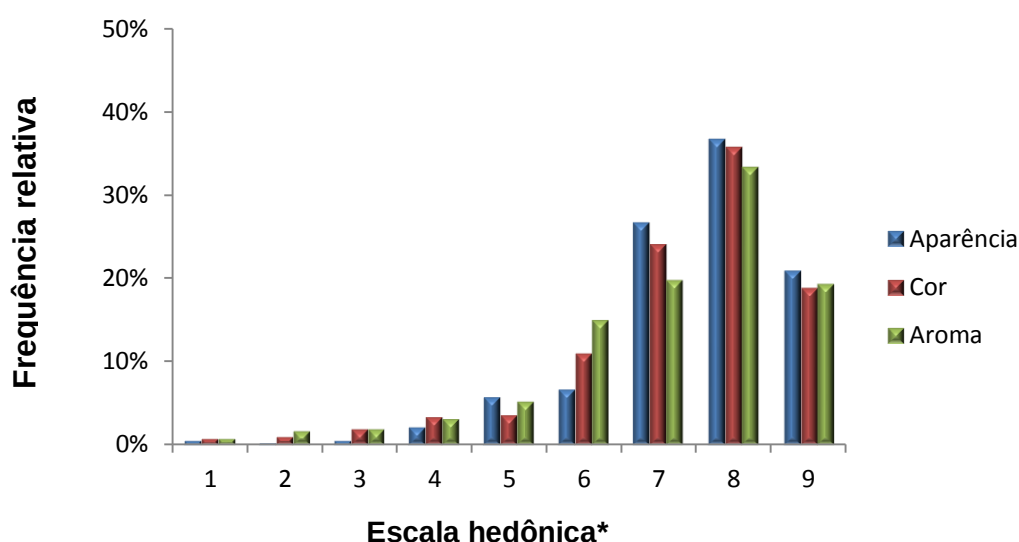
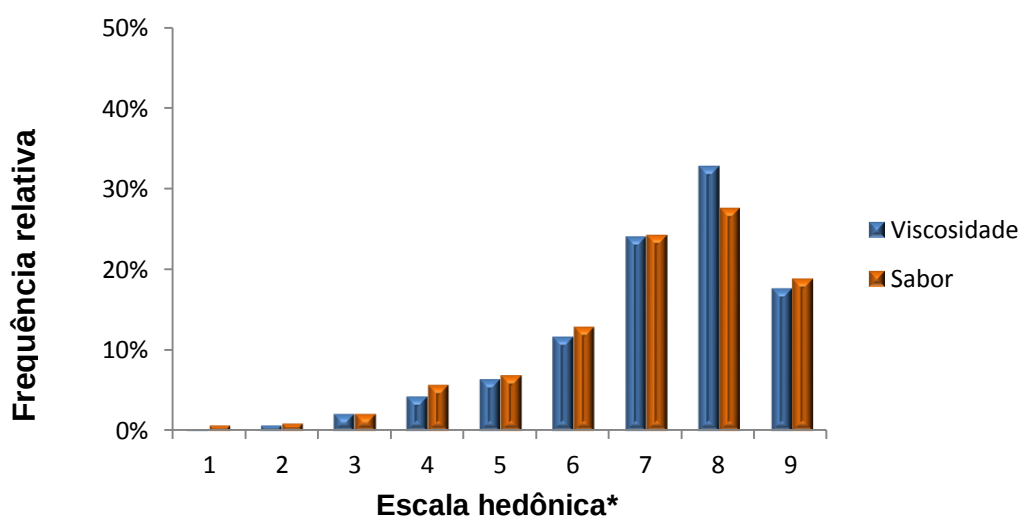


Figura 8 – Histograma de frequência da avaliação sensorial de suco de mangaba (viscosidade e sabor) feito a partir de polpa conservada por métodos combinados aos 90 dias após a fabricação.



*Escala hedônica: 1 – desgostei muitíssimo; 2 – desgostei muito; 3 – desgostei regularmente; 4 – desgostei ligeiramente; 5 – nem gostei/nem desgostei; 6 – gostei ligeiramente; 7 – gostei regularmente; 8 – gostei muito; 9 – gostei muitíssimo.

Muitos fabricantes acreditam que a pasteurização reflete numa diferenciação do sabor original e, por isso, existe uma resistência a aplicação do tratamento térmico de polpas (FREIRE, 2007). Através dos resultados obtidos no presente experimento, entende-se que a polpa de mangaba conservada por métodos combinados, envolvendo pasteurização, adição de metabissulfito de potássio e/ou benzoato de sódio, sob condições de refrigeração ou congelamento, não é percebida diferença significativa.

Shinagawa (2009) avaliou a qualidade sensorial do suco da polpa mamão Formosa *in natura*, pressurizada a 300 MPa a 25 °C e pasteurizadas a 92 °C durante 40 segundos, e concluiu que não houve diferença significativa entre os néctares feitos a partir de polpas *in natura*, pressurizada e pasteurizada em relação a “sabor característico”, “aroma característico”, “cor característico”, “consistência” e “sabor”.

Della Torre et al. (2003) avaliaram sensorialmente suco de laranja pasteurizado em laboratório (87 °C durante 58,5 segundos), comparando com suco da marca comercial. Através de teste com consumidores, verificaram que o suco pasteurizado em laboratório teve melhor aceitação e maior intenção de compra que o suco da marca comercial devido às características mais próximas com o suco de laranja natural.

Santos (2009) verificou os efeitos sensoriais provocados pela combinação de métodos em polpas de cupuaçu e tanto o grupo pasteurizado quanto aquele sem pasteurização obtiveram médias do parâmetro sabor estatisticamente iguais, com exceção da polpa pasteurizada aditivada com benzoato de sódio.

Ao analisar as diferentes combinações de métodos de conservação de polpa de mangaba, sugere-se para produção de polpas naturais ou orgânicas o uso da pasteurização de forma isolada, pois as características reais da fruta podem ser mantidas ainda em associação à redução de microrganismos, além da vantagem de poder conservá-las sob refrigeração até 90 dias, com despesa de energia elétrica inferior ao sistema de armazenamento convencional (por congelamento).

4 CONCLUSÃO

- a) A aparência, cor, viscosidade, o aroma e o sabor de sucos produzidos a partir de polpas de mangaba conservadas por métodos combinados, sob refrigeração a $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$), não variam significativamente ao longo de 90 dias de armazenamento.
- b) Os provadores predominantemente atribuem a opinião “gostei muito” para as variáveis analisadas de suco de mangaba produzidos a partir de polpas conservadas por métodos combinados;
- c) Dentre os 16 tratamentos avaliados, aos 90 dias de armazenamento, percebe-se que não há diferença significativa para as variáveis “cor”, “viscosidade” e “sabor” do suco de mangaba feito com polpas conservadas por métodos combinados, com exceção dos tratamentos com polpas não pasteurizadas e armazenadas a $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$), pois são deterioradas antes dos 30 dias após a fabricação;
- d) Aos 90 dias após a fabricação as frequências relativas de notas superiores a sete (correspondente as opiniões “7 - gostei regularmente”, “8 - gostei muito” e “9 - gostei muitíssimo - referente a escala hedônica entre 1 e 9) se relacionam a 84% para aparência do suco, 79% para cor, 72% para aroma, 75% para viscosidade e 73% para o sabor.

5 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, T.C.A. **Análise sensorial: Efeitos da memória**. Campinas. 1996. 121 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. 1996.
- ARAÚJO, P. F.; RODRIGUES, R. S.; DUARTE, A. P. **Qualidade de Polpa de Pêssegos Preservada por Métodos Combinados**. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, Ponta Grossa, v. 01, n. 02, p. 8 - 16, 2010.
- BI, J. **Agreement and Reliability Assessments for Performance of Sensory Descriptive Panel**. Journal of Sensory Studies, v.18, p.61-76, 2003.
- CHITARRA, M.I.F. **Colheita e Qualidade de Produtos Vegetais**. BOREM, F.M.; CHITARRA, A.B. Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas. Poços de Calda: UFLA/SBEA, 1998. Cap.1, p.1-58.
- COSTA, M. C. et al. **Conservação de Polpa de Cupuaçu [Theobroma grandiflorum (Willd. Ex Spreng.) Schum] por métodos combinados**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 213-215, 2003.
- COSTA, M. C., et al. **Conservação de Polpa de Cupuaçu [Theobroma grandiflorum (Willd. Ex Spreng.) Schum] por Métodos Combinados**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 2, p. 213-215, Agosto 2003.
- DELLA TORRE, J. C.; RODAS, M. A. B.; BADOLATO, G. G.; TADINI, C. C. **Perfil sensorial e aceitação de suco de laranja pasteurizado minimamente processado**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 23, n.2, p. 105-111, 2003.
- FREIRE, S. **Polpa de Açaí Industrializada no Pará será Pasteurizada**. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp?idNoticia=15588>>. Acesso em: 16 de janeiro de 2012.
- HANSEN, O. A. S. **Agregação de valor aos frutos da mangabeira (Hancornia speciosa Gomes): desenvolvimento e avaliação da estabilidade de néctar e geleia**. 2011. 109f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2011.
- MCEVILY, A. J. e IYENGAR, R. **Inhibition of enzymatic browning in foods and beverages**. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 32: 253-273, 1992.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 2ªed. Boca Raton. 1991. 354 p.
- MONTEIRO, M.; AMARO, A. P.; BONILHA, P. R. M. **Avaliação Físico-Química e Microbiológica da Polpa de Maracujá Processada e Armazenada sob Refrigeração**. Alimentação e Nutrição, Araraquara. v. 16, n. 1, p. 71-76, jan./mar. 2005.

MOTA, D. M.; SCHMITZ, H.; SILVA JÚNIOR., J.F. **Atores, canais de comercialização e consumo da mangaba no Nordeste brasileiro**. Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília, v. 46, n.1, p.121-143, 2008.

NEVES, L. C., et al. **Produção de polpas de mangas Tommy Atkins, na Amazônia Setentrional, Através da Aplicação de Preservativos e da Pasteurização**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 576-582, Dezembro 2007.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A Guides do Carotenoids analysis in foods**. Washington: ILSI Press, 1999. 64p.

SANTOS, M. B. **Conservação da Polpa de Umbu-Cajá (*Spondias Spp*) por Métodos Combinados**. 2009. 76f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2009.

SHINAGAWA, F. B. **Avaliação das Características Bioquímicas da Polpa de Mamão (*Carica papaya* L.) Processada por Alta Pressão Hidrostática**. 2009. 125f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Alternativas para Conservação de Alimentos) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2009.

SHINAGAWA, F. B. **Avaliação das características bioquímicas do suco de mamão processado sob temperatura e pressão**. 2009. 135 f. Dissertação (Mestrado em Processos Químicos e Bioquímicos) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

STONE, H. e SIDEL, J. **Sensory Evaluation Practices**. Academic Press: New York. 3 ed., p.338, 1993.

TAVARES FILHO, L. F. Q. **Conservação da Polpa de Cajá por Métodos Combinados**. 2007. 46f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2007.

TAYLOR, A. J.; CLYDESDALE, F. M. **Potential of oxidised phenolics as food colorants**. Food Chemistry. 24: 301-307, 1987.

TEIXEIRA, C. K. B.; NEVES, E. C. A.; PENA, R. S. **Estudo da Pasteurização da Polpa de Graviola**. Alimentação e Nutrição, Araraquara, v.17, n. 3, p.251-257, jul./set. 2006.

APÊNDICE

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DOS FRUTOS DE MANGABA (*Hancornia speciosa* Gomes) PRODUZIDOS EM ALAGOAS

RESUMO

Objetivou-se através com o presente estudo identificar a padronização dos frutos de mangaba produzidos em Alagoas em virtude das diferentes condições edafo-climáticas que propiciam o crescimento da mangabeira. Sabe-se que esta frutífera é encontrada comumente a vegetar em solos de baixa fertilidade natural, especialmente dos tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas do Nordeste. Em Alagoas a produção é resumida a algumas pequenas áreas de vegetação remanescente do litoral que continuamente vem sendo diminuídas por consequência da expansão da cana-de-açúcar ou novos condomínios habitacionais. Portanto, há necessidade de obtenção de novas informações sobre a exploração racional da cultura em ambientes com melhores perspectivas para ampliação dos cultivos de mangaba e o desenvolvimento de pesquisas de caráter básico tem grande relevância para evolução da atividade. Assim, no intuito de dar aporte à evolução da atividade e a outras experimentações científicas, foram realizadas avaliações biométricas dos frutos de mangaba produzidos em áreas litorâneas, através de mangabeiras espontâneas ou nativas, e também de cultivo localizados na zona-da-mata alagoana. As variáveis analisadas foram: comprimento do fruto, diâmetro, peso, formato (oblongo ou redondo), cor da casca, número de sementes e percentual de polpa mais casca. Foi constatada alta variabilidade de peso em todos ambientes de produção, sendo que os frutos maiores e mais pesados foram encontrados na região litorânea do Estado, o rendimento de polpa mais casca foi em média 80,4% e foi observado que a quantidade de sementes é diretamente proporcional ao peso da fruta.

ABSTRACT

The objective of this study was to study the standardization of mangaba fruits produced in Alagoas due to different soil and climatic conditions where this species grows. It is known that this fruit is commonly found in soils of low fertility, especially the coastal tablelands and coastal plains in the Northeast of Brazil. In Alagoas mangaba fruits are produced in some small areas of natural vegetation of the coast that has been steadily diminished as a result of the expansion of sugar cane or new residential condominiums. Therefore, information on the rational exploitation of culture in environments with better prospects for rational plantations is needed. Therefore, assessments were made to study biometrics characteristics of mangaba fruits produced on spontaneous plantations on coastal areas or commercial growing zones on Zona da Mata of Alagoas. The variables evaluated were: fruit length, diameter, weight, shape (round or oblong), and skin color, number of seeds and pulp percentage plus skin. High variability was observed in all environment conditions, but the larger and heavier fruits were found in the coastal region of the state. The mean pulp yield was 80.4% and the amount of seed was directly proportional to the weight of fruit.

1 INTRODUÇÃO

A mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) é uma espécie nativa de regiões tropicais do Brasil, que cresce e se desenvolve em condição silvestre nas regiões Centro-Oeste, Sudeste, Norte e Nordeste. Os frutos são apreciados por possuir excelentes características físicas, aroma e sabor, associados ao elevado valor nutritivo (Manica, 2002).

Apesar do potencial que representa para agroindústria na fabricação de compotas, sucos, sorvetes, xaropes, vinho, vinagre, álcool, doces secos, etc., a exploração econômica acontece de forma extrativista predatória (Macêdo *et al.*, 2003). Em Alagoas parte dos frutos que abastece o mercado local para fabricação de polpas, sucos e sorvetes é oriunda de plantas espontâneas do litoral sul, em especial da Cidade Barra de São Miguel.

A espécie não passou por um processo de domesticação e, por isso, possui variações significativas entre plantas de uma mesma população. Em estudo feito por Ganga *et al.* (2010), sobre caracterização de frutos e árvores de populações naturais de *Hancornia speciosa* no bioma cerrado, foi encontrada variação para quase todos os caracteres e em todos os níveis estruturais analisados, com poucas exceções. Essa falta de uniformidade é um obstáculo para indústria, que precisa de padronização e qualidade dos frutos para se desenvolver técnicas de conservação e que propiciem agregação de valor do fruto para atingir novos mercados.

A identificação de materiais genéticos que, além de produtivos, apresentem qualidade superior para o aproveitamento industrial e/ou consumo in natura é de fundamental importância para formação de pomares (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Os caracteres físicos dos frutos referentes à aparência externa, tamanho, forma e cor da casca, e as características físico-químicas relacionadas ao sabor, odor, textura e valor nutritivo, constituem atributos de qualidade à comercialização e utilização da polpa na elaboração de produtos industrializados (OLIVEIRA, 1999).

Nesse trabalho se objetivou avaliar as características físicas dos frutos de mangaba produzidos em áreas de vegetação natural da baixada litorânea e em cultivos comerciais localizados na zona-da-mata do Estado de Alagoas visando o fortalecimento da exploração da mangabeira com maior aproveitamento econômico em relação ao extrativismo praticado atualmente.

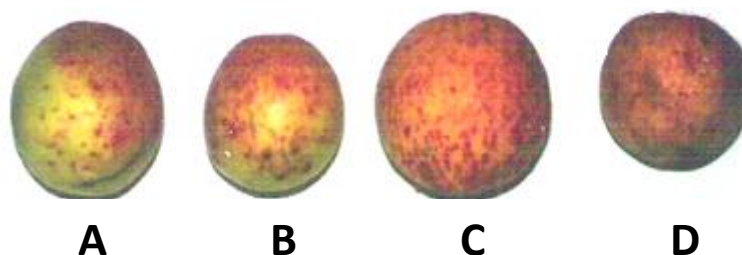
2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi conjuntamente desenvolvido em quatro propriedades rurais, distribuídas em três cidades do Estado de Alagoas: Anadia, Barra de São Miguel e Marechal Deodoro. Foram analisados os frutos de mangabeiras cultivadas nas Fazendas Jequiá (lat. $-9^{\circ}42'10''$ e long. $-36^{\circ}21'15''$) e Pivête (lat. $-9^{\circ}40'18''$ e long. $-36^{\circ}19'37''$), ambas na cidade Anadia-AL e com solos caracterizados como latossolo amarelo. Outras duas populações com mangabeiras nativas, também tiveram seus frutos analisados neste trabalho, cujas propriedades estão localizadas nas cidades Barra de São Miguel e Marechal Deodoro, região litorânea do Estado de Alagoas com solos arenosos (neossolos quartizarenicos).

Realizaram-se coletas de dados durante a época de produção (março de 2011), aplicando-se o delineamento inteiramente ao acaso com 110 repetições, sendo cada fruto uma unidade experimental. Os frutos foram coletados de forma aleatória em pelo menos 15 plantas de cada área.

Os frutos colhidos apresentavam sinais de amadurecimento, como presença de manchas vermelhas na casca, em grande proporção e também o fundo amarelado, conforme metodologia descrita por Moura (2005). Eles foram coletados no chão e acondicionados em caixas de ovos para que não fossem causadas injúrias durante o transporte.

Figura 1 – Pigmentação de frutos de mangaba desde a maturação fisiológica (A) até o amadurecimento (D), fase mais palatável. Adaptado de Moura (2005).



Avaliaram-se as características físicas individualizadas por frutos. As variáveis analisadas foram: comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF), peso total do fruto de mangaba (PF), massa de polpa mais casca (MPC), número de sementes por fruto (NS), formato do fruto (redondo ou oblongo) e cor do fruto. Os valores de CF e DF foram obtidos com auxílio de paquímetro (medição longitudinal e transversal,

Figura 2), o PF e MPC através de balança com precisão de 0,01 g. Para determinação da coloração do fruto foi utilizada uma escala de 1 (um) a 5 (cinco) que partiu do verde ao vermelho, respectivamente.

Figura 2 – Medição dos frutos de mangaba com uso de paquímetro



Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de médias ao nível de 5% de probabilidade, sendo tabulados com o auxílio do software estatístico Sisvar, versão 5.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para a variável “peso total do fruto de mangaba” (PF), avaliada em quatro áreas do Estado de Alagoas, estão dispostos na tabela 1 através da distribuição percentual de frequências relativa dos dados.

Tabela 1: Frequência relativa de massa total do fruto da mangabeira cultivada em quatro ambientes distintos no Estado de Alagoas.

<i>Intervalos (em gramas)</i>	LIT – 1	LIT - 2	TAB – 3	TAB - 4
<i>Frequência relativa (%)</i>				
0 – 5,0	2,52	8,57	7,89	10,00
5,1 – 10,0	32,77	41,90	31,58	54,44
10,1 – 15,0	25,21	23,81	32,46	20,00
15,1 – 20,0	12,61	14,29	14,04	13,33
20,1 – 25,0	8,40	3,81	9,65	1,11
25,1 – 30,0	5,04	3,81	1,75	0,00
30,1 – 35,0	2,52	1,90	1,75	0,00
35,1 – 40,0	3,36	0,95	0,88	0,00
40,1 – 45,0	3,36	0,95	0	1,11
>45,1	4,20	0	0	0

OBS.: LIT – 1 = Frutos de mangaba colhidos em Barra de São Miguel – AL; LIT – 2 = Frutos de mangaba colhidos em Marechal Deodoro – AL; TAB – 3 = Frutos de mangaba colhidos na Fazenda Pivete, Anadia –AL; TAB – 4 = Frutos de mangaba colhidos na Fazenda Jequiá, Anadia-AL.

Verificou-se uma despadronização desta variável para todas as áreas avaliadas, pois os frutos variaram entre 2,6 g e 65,6 g e obteve um coeficiente de variação de 68%. Estes dados corroboram em grande parte com relatos na literatura sobre frutos de mangabeiras nativas de tabuleiros costeiros do Nordeste que variam entre 3 e 59 gramas (AGUIAR FILHO e BOSCO, 1995; ALVES et al., 1989; GALDINO et al., 1996).

Apesar disso, existe uma amplitude de peso no qual há similaridades entre os frutos produzidos e, pelo menos, 58% das mangabas produzidas em Alagoas pesam entre 5 e 15 gramas.

Conforme pode ser observado na tabela acima, há grande variabilidade do PF entre as populações de cada área de cultivo. Diversos autores também identificaram alguma variabilidade de parâmetros morfológicos em frutos de *Hancornia speciosa* (MOURA, 2003; CAPINAN, 2007; GANGA, 2010).

Capinan et al. (2007), empregando marcadores moleculares RAPD, estudaram a diversidade genética da espécie em três populações naturais da Bahia, constataram que 16,1% da diversidade genética estavam entre populações e a maior variabilidade (83,9%) encontrava-se dentro de populações. No presente estudo, houve similaridades na distribuição percentual das classes de PF para as quatro regiões estudadas e as maiores oscilações dos dados podem ser verificadas entre as áreas estudadas individualmente, ou seja, os pesos dos frutos de mangaba oscilam naturalmente dentro de uma grande amplitude sem necessariamente se correlacionar ao ambiente de produção no qual está submetido. Certamente, tais características são decorrentes da alta variabilidade genética, já que a propagação da mangabeira por semente acontece obrigatoriamente por meio de polinização cruzada.

Ganga et al. (2010) salienta que a espécie não passou por processo de domesticação e os caracteres a serem levados em consideração no melhoramento genético ainda não foram bem esclarecidos. No entanto, frutos maiores e pesados são mais valorizados para o comércio da fruta *in natura* nos supermercados e feiras livres. Dentre os tratamentos, apenas LIT-1 obteve frutos mais pesados em relação às outras áreas de produção, onde 40% pesaram acima de 15 g e, mesmo assim, tiveram frutos colhidos numa amplitude que vai de 3,8 a 65,6 gramas.

Conforme pode ser observado através destes dados, entende-se que dificilmente os frutos produzidos em Alagoas superam 30 gramas de peso, estes dados diferem daqueles encontrados por Souza et al.(2007) na Paraíba, onde obtiveram resultados oriundos de acessos de mangabeira com produção média de 40,07 gramas por fruto.

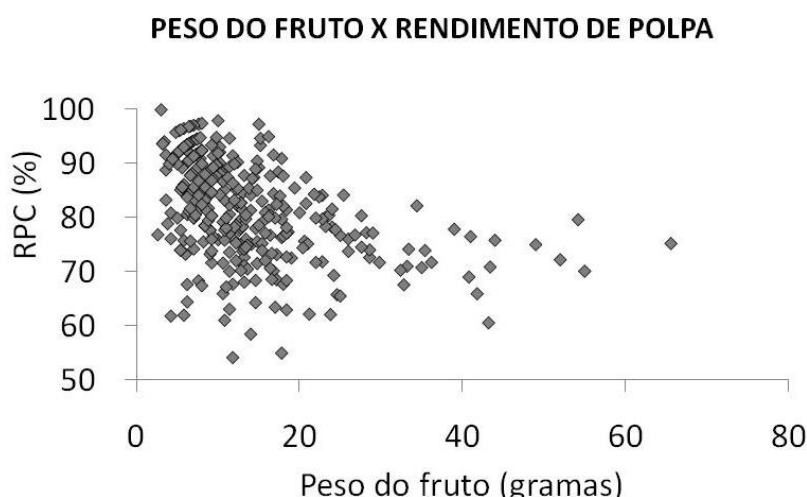
Diferentemente de muitas frutas, que o tamanho e o peso se relacionam com maiores rendimentos de polpa, a mangaba não apresenta nenhuma correlação nesse sentido (figura 3).

Os frutos ao possuírem maiores quantidades de massa têm o desenvolvimento dos seus constituintes acompanhados de forma proporcional. Os frutos mais pesados têm maiores quantidades de sementes e isso faz com que o rendimento de polpa não tenha variações em função do seu peso.

O “rendimento de polpa mais casca” (RPC) não foi influenciado pelos diferentes ambientes de produção testados neste trabalho, obtendo-se uma média de 86,41% para esta variável (tabela 2). Estes valores corroboram com aqueles

obtidos por Souza et al. (2007), que consideraram rendimentos da fração comestível entre 85% a 88%. Lemos (1988), trabalhando com frutos imaturos da mangabeira encontrou uma percentagem média de 19% de casca, 71% de polpa e 10% de semente.

Figura 3 – Gráfico de dispersão dos dados representando a falta de correlação entre o peso do fruto e o rendimento de polpa mais casca (RPC).



Houve efeito significativo do local de cultivo para peso (PF), tamanho e forma dos frutos. Apesar do PF ter sido influenciado pelo ambiente de produção, conforme demonstrado no teste de médias (tabela 2), o alto CV(%) não permite que razões para este fato sejam seguramente identificadas. A maior média de peso foi obtida nas frutas colhidas no local LIT – 1, produzidas por plantas nativas do litoral Alagoano.

A média de “comprimento do fruto” (CF) e “diâmetro do fruto” (DF) foram maiores também para o local LIT – 1, 31,87 mm e 29,15 mm, respectivamente. Embora o CF tenha sido semelhante aos valores obtidos em LIT – 2 e TAB -3, o DF foi superior aos demais tratamentos.

A relação entre o comprimento e o diâmetro (C/D) é utilizada para avaliar o formato dos frutos. Através da tabela 2, podemos observar que todas as médias C/D apresentaram-se superiores a 1, isso significa que os frutos de mangaba são predominantemente oblongos.

Tabela 2: Teste de médias para as variáveis “peso total do fruto de mangaba” (PF), “Rendimento de polpa + casca” (RPC), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF) e relação comprimento e diâmetro (C/D) em cultivadas em quatro ambientes do Estado de Alagoas.

Área de cultivo	PF (g)	RPC (%)	CF (mm)	DF (mm)	C/D
LIT - 1	18,58 c	81,30 a	31,87 b	29,15 c	1,15 a
LIT - 2	13,07 ab	78,09 a	31,24 ab	26,10 b	1,21 b
TAB - 3	13,71 b	78,90 a	31,81 ab	26,73 b	1,16 ab
TAB - 4	9,83 a	83,33 a	29,90 a	23,81 a	1,27 c
Média	13,8	80,41	31,21	26,45	1,20
CV (%)	65,86	11,5	18,76	21,77	11,16

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

OBS.: LIT - 1 = Frutos de mangaba colhidos em Barra de São Miguel - AL; LIT - 2 = Frutos de mangaba colhidos em Marechal Deodoro - AL; TAB - 3 = Frutos de mangaba colhidos na Fazenda Pivete, Anadia -AL; TAB - 4 = Frutos de mangaba colhidos na Fazenda Jequiá, Anadia-AL.

Estes dados são semelhantes aqueles publicados por Alves et al. (2011), onde avaliaram as características físicas de frutos de mangaba nativos do semi-árido piauiense.

As colorações dos frutos comuns aos diferentes locais de cultivo da mangabeira em Alagoas variam conforme as classes descritas na tabela 3, havendo claramente a predominância de frutos amarelos com partes vermelhas. Um pequeno percentual destas frutas tem uma única cor na casca. A frequência de frutos com tonalidade amarela e amarela com manchas vermelhas varia entre 60 e 75%.

Figura 4 - Frutos de mangaba acondicionados em caixa de ovo, onde são percebidas visualmente variações de tamanho, formato e cor.



Tabela 3: Frequência relativa de formato e cor do fruto da mangabeira cultivada em quatro áreas distintas no Estado de Alagoas.

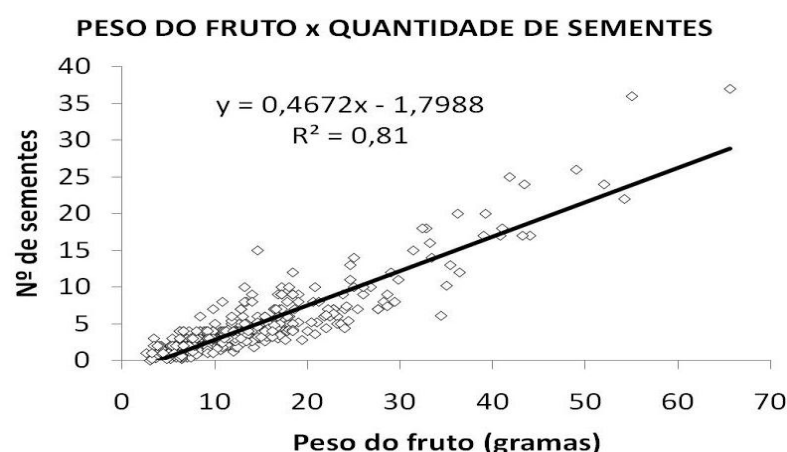
Área de cultivo	Formato do fruto		Cor do fruto				
	arredondado	oblongo	verde	verde claro tendendo ao amarelo	amarelo com partes vermelhas	vermelho com partes amarelas	vermelho
	----- % -----	-----		-----	----- % -----	-----	
LIT - 1	52,10	47,90	5,88	33,61	36,13	13,45	10,92
LIT - 2	37,14	62,86	21,90	20,00	38,10	13,33	6,67
TAB - 3	53,51	46,49	11,40	28,07	47,37	10,53	2,63
TAB - 4	30,00	70,00	14,44	31,11	28,89	21,11	4,44

OBS.: LIT - 1 = Frutos de mangaba colhidos em Barra de São Miguel - AL; LIT - 2 = Frutos de mangaba colhidos em Marechal Deodoro - AL; TAB - 3 = Frutos de mangaba colhidos na Fazenda Pivete, Anadia -AL; TAB - 4 = Frutos de mangaba colhidos na Fazenda Jequiá, Anadia-AL.

Foi observada uma alta correlação entre o peso do fruto e a quantidade de sementes, de forma que todos os tratamentos testados obtiveram resposta linear, ou seja, o número de sementes contidas em cada fruto é diretamente proporcional ao seu peso.

Ao analisar o número de sementes em detrimento ao peso do fruto, identificou-se que a equação linear $y = 0,4672x - 1,7988$ (onde **X** representa o peso do fruto em gramas e **y** é a quantidade de sementes de mangaba), ajusta-se satisfatoriamente às observações de campo com $R^2 = 0,81$ (figura 5).

Figura 5 – Gráfico de regressão linear para quantidade de sementes de mangaba em função do tamanho do fruto.



Esta relação direta, entre peso do fruto e a quantidade de sementes, pode explicar o porquê dos frutos maiores não apresentarem percentuais de rendimento de polpa mais elevados, estando mantida a média de 86,41% tanto para frutos pequenos como para frutos grandes e pesados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- a) O fruto de mangaba produzido em Alagoas tem grande variação de peso, independentemente da área de cultivo;
- b) A maior proporção dos frutos de mangaba, pelo menos 58%, está classificada entre 5 a 15 gramas;
- c) Frutos mais pesados foram observados em área litorânea do Estado, com média de 18,6 gramas;
- d) O rendimento médio dos frutos é de 86,41% de polpa;
- e) A quantidade de semente existente nos frutos é diretamente proporcional ao peso da fruta;
- f) Não existe correlação de rendimento de polpa em detrimento ao peso da mangaba, possivelmente por existir um aumento do número de sementes proporcional ao peso da fruta, ou seja, quanto maior o fruto também é aumentada a quantidade de sementes e mantém-se o rendimento de polpa;
- g) Os frutos têm formatos predominantemente oblongos, de cor amarela com manchas vermelhas na casca.

5 REFERÊNCIAS

- AGUIAR FILHO, S. P.; BOSCO, J. **A mangabeira e sua importância para o Tabuleiro Costeiro Paraibano**. Informativo SBF, Ijataí, v. 14, n. 4, p. 10, dez. 1995.
- ALVES, R. E. et al. **Concentração de nutrientes na planta e nos frutos de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) por ocasião da colheita**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10., 1989, Fortaleza. Anais, Fortaleza: SBF, 1989. p. 352-355.
- ALVES, T. A. et al. **Características Físicas de Frutos da Mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) Nativos do Semi-Árido Piauiense**. Disponível em: <www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/870608/1/AT10080.pdf> Acesso em: 24 de dezembro de 2011.
- CAPINAN, G. C. S. et al. **Estrutura genética de populações de *Hancornia speciosa* Gomes por marcadores RAPD**. In: SIMPÓSIO BAIANO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 1., 2007, Cruz das Almas. **Anais...** Cruz das Almas: PET/UFRB, 2007. 1 CD-ROM.
- CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- GALDINO, J. K. A.; SILVA, H.; SILVA, A. Q. **Crescimento do fruto de mangaba (*Hancornia speciosa*) no litoral paraibano**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 14, 1996, Curitiba. Resumos... Curitiba: SBF, 1996. p. 316.
- GANGA, R. M. D. et al. **Caracterização de Frutos e Árvores de Populações Naturais de *Hancornia speciosa* Gomes do Cerrado**. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/rbf/2010nahead/aop01910.pdf> Acesso em: 20 de dezembro de 2010.
- LEMONS, R. P. **Caracterização fenológica e teores de nutrientes da mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes)**. 1988. 44 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1988.
- MACÊDO, L.S.; ARAÚJO, I. A.; FRANCO, C. F. O. **Caracterização Físico-Química de Frutos da Mangabeira Nativa e Naturalizada da Mata Paraibana**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA MANGABA, 1., Aracaju, 2003. Resumos... Aracaju: Embrapa semi-árido, 2003. CD-ROM.
- MANICA, I. **Frutas Nativas, Silvestres e Exóticas 2: técnicas de produção e mercado: feijoa, figo- da- índia, fruta-pão, jaca, lichia, mangaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes Editora, 2002. p. 459-541.
- MOURA, F. T. **Fisiologia da maturação e conservação pós-colheita de mangaba (*hancornia speciosa gomes*)**. 2005. 133 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura

Tropical). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba Areia, 2005.

MOURA, N. F. **Estrutura genética de subpopulações de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) nos cerrados do Brasil Central**. 2003. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: genética e melhoramento de plantas) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos – Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2003.

OLIVEIRA, M.E.B. et al. **Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 19, n. 3, set./dez., p. 326-332, 1999.

SOUZA, G. S. et al. **Qualidade pós-colheita de frutos de diferentes clones de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes)**. Ciência Agrotécnica, v. 31, n. 5. p. 1449-1454, set./out., 2007.