

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**DISSERTAÇÃO**

**Efeito do Processamento Térmico nas Características Físico-  
Químicas, Nutricionais, Microbiológicas e na Atividade  
Enzimática de Polpa de Mamão Formosa (*Carica papaya* L.)**

**Monique Lopes Ribeiro**

**2009**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DE ALIMENTOS**

**EFEITO DO PROCESSAMENTO TÉRMICO NAS CARACTERÍSTICAS  
FÍSICO-QUÍMICAS, NUTRICIONAIS, MICROBIOLÓGICAS E NA  
ATIVIDADE ENZIMÁTICA DE POLPA DE MAMÃO FORMOSA  
(*Carica papaya* L.)**

**MONIQUE LOPES RIBEIRO**

*Sob a Orientação de*  
**Angela Aparecida Lemos Furtado, D.Sc.**

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Tecnologia de Alimentos

Seropédica, RJ  
Março de 2009

634.651

R484e

T

Ribeiro, Monique Lopes, 1979-

Efeito do processamento térmico nas características físico-químicas, nutricionais, microbiológicas e na atividade enzimática de polpa de mamão Formosa (*Carica papaya* L.) / Monique Lopes Ribeiro - 2009.

103 f. : il.

Orientador: Angela Aparecida Lemos Furtado.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Bibliografia: f. 62-74

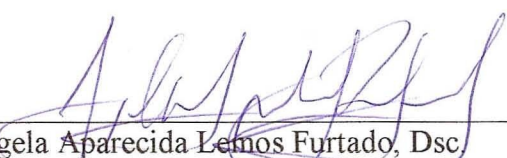
1. Mamão - Conservação - Teses. 2. Mamão - Análise - Teses. 3. Polpa de frutas - Pasteurização - Teses. 4. Frutas - Indústria - Teses. 5. Enzimas - Regulação - Teses. I. Furtado, Angela Aparecida Lemos, 1963-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. III. Título.


UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS


MONIQUE LOPES RIBEIRO

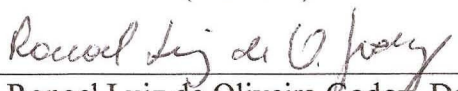
Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de Concentração em Tecnologia dos Alimentos.

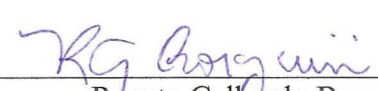
DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 27/03/09

  
\_\_\_\_\_  
Angela Aparecida Lemos Furtado, Dsc.  
Embrapa Agroindústria de Alimentos  
(Orientadora)

  
\_\_\_\_\_  
Lourdes Maria Corrêa Cabral, Dsc.  
Embrapa Agroindústria de Alimentos  
(Membro)

  
\_\_\_\_\_  
Suely Pereira Freitas, Dsc.  
UFRJ / Escola de Química  
(Membro)

  
\_\_\_\_\_  
Ronoel Luiz de Oliveira Godoy, Dsc.  
Embrapa Agroindústria de Alimentos  
(Suplente)

  
\_\_\_\_\_  
Renata Galhardo Borguini, Dsc.  
Embrapa Agroindústria de Alimentos  
(Suplente)

*À minha família: Mãe, Pai (in memorian) e  
irmãs pelo apoio e carinho.  
Ao Halysson pelo amor, apoio e compreensão.*

***Dedico***

## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora Dra. Angela Furtado pela confiança, apoio e ensinamentos.

À CAPES pela bolsa concedida.

À Embrapa Agroindústria de Alimentos pela infraestrutura cedida para realização dos experimentos.

Aos funcionários da planta de processamento Flávia, Luiz Fernando, Cláudio, William e, especialmente, Sérgio (Filé).

Aos colegas da pós, especialmente Alda, Júlia, Fernanda, Gisele, Juan, André e Priscila, pelo apoio durante a realização dos experimentos.

Aos estagiários da Embrapa pelo auxílio durante o experimento, especialmente Ana Paula, Luciana, Marcela, Josi, Vanessa, Rafael, Henrique e Luana.

A equipe do Laboratório de Análise Sensorial: Dra. Rosires Deliza, Dra. Daniela Freitas, Aline e José Carlos.

A equipe do Laboratório de Cromatografia Líquida: Dr. Ronel Godoy, MSc. Jeane Rosa, MSc. Manuela Araújo, MSc. Sidney Pacheco e Dr. João Oiano, pelos ensinamentos em cromatografia.

À equipe do Laboratório de Microbiologia, em especial, Janine.

Aos demais pesquisadores da planta de processamento pelos conselhos e ensinamentos, especialmente Dra. Lourdes Cabral, Dr. Amauri Rosenthal e Dr. Edmar Mercês da Penha.

Às funcionárias da biblioteca da Embrapa, Luciana e Célia.

À Secretária da coordenação de pós-graduação, Lucimar Storck.

À Dra. Verônica Calado, da Escola de Química da UFRJ, pela ajuda na estatística.

À Dra Denise e técnicos do LABIM/ Instituto de Química da UFRJ, por ceder o laboratório para as análises enzimáticas.

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

## RESUMO

RIBEIRO, Monique Lopes. **Efeito do processamento térmico nas características físico-químicas, nutricionais, microbiológicas e na atividade enzimática de polpa de mamão Formosa (*Carica papaya* L.)**. 2009. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

O Brasil é responsável por 25% do total da produção mundial de mamão, um fruto que se caracteriza principalmente por seus aspectos nutricionais. A indústria de sucos e polpas tem apresentado um aumento na sua produção nos últimos anos. Entretanto, este segmento aproveita somente 5 % do total de mamão produzido, sendo o restante consumido *in natura*. Este quadro é desfavorável tendo em vista os altos índices de perdas nas épocas de grandes safras. O processamento em forma de polpa minimiza as perdas, pois aumenta a vida útil e agrega valor econômico ao fruto. Um dos tratamentos mais aplicados para a polpa de mamão é a pasteurização do tipo HTST (*High Temperature, Short Time*), cuja finalidade é reduzir a carga microbiana a níveis seguros para os consumidores e inativar a enzima pectinesterase. Esta enzima, que tem um papel fundamental na maturação do fruto, se torna indesejável após o processamento, pois atua sobre a pectina causando alterações indesejáveis na polpa. Este trabalho teve como principal objetivo avaliar o efeito da temperatura e tempo de processo na atividade da enzima pectinesterase presente na polpa de mamão Formosa. Também foram avaliados os efeitos do tratamento térmico nas características microbiológicas, físico-químicas, nutricionais e sensoriais da polpa. Os experimentos foram realizados seguindo um planejamento fatorial completo  $2^2$  com ponto central, sendo as variáveis independentes o tempo e a temperatura de processo, em uma faixa de observação entre 75 °C e 90 °C / 20 s e 60 s. Os dados foram submetidos à análise de variância com intervalo de confiança de 95 %. Na faixa observada, tanto os fatores tempo e temperatura como a interação entre os fatores não apresentaram efeitos significativos nas características como pH, acidez titulável, teor de vitamina B<sub>1</sub>, teor de vitamina B<sub>2</sub>, teor de vitamina C, teor de carotenóides, atividade antioxidante, teor de compostos fenólicos e parâmetros da cor (*L*, *a*, *b* e  $\Delta E$ ). O fator temperatura apresentou um efeito linear significativo ( $p < 0,05$ ) e positivo para redução da atividade da pectinesterase, sendo que os tratamentos a 95 °C / 20 s e 95 °C / 60 s foram os que apresentaram maior percentual de redução, com aproximadamente 95 %. Em comparação à polpa *in natura*, somente a polpa submetida a 95 °C / 60 s apresentou um decréscimo significativo no teor de vitamina C (pelo teste de *Dunnnett* ao nível de 5 %), sendo que para os outros nutrientes não houve decréscimo significativo. Nas análises microbiológicas não foi detectada a presença de coliformes a 45 °C e de *Salmonella sp.* Os tratamentos aplicados promoveram uma redução na ordem de  $10^3$  na contagem total de fungos e leveduras. Na análise sensorial, o Mapa Interno de Preferência obtido a partir dos dados de aceitação mostraram uma tendência à preferência pelas amostras pasteurizadas a 95 °C / 60 s, 95 °C / 20 s e *in natura*, enquanto que as polpas de marcas comerciais foram rejeitadas.

**Palavras-chave:** Pasteurização. Pectinesterase. *Carica papaya* L.

## ABSTRACT

RIBEIRO, Monique Lopes. **Effect of thermal process on the physical and chemical, nutritional, microbiological characteristics and enzymatic activity in papaya pulp.** 2009. 103f. Dissertation (Master Science in Food Science and Technology). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

Brazil is responsible for 25 % of total papaya production in the world, a fruit which is mainly characterized for its nutritional aspects. The juice and pulp industries have showed an increase in their production in the last years. However, this segment takes only 5% of total papaya produced, while the remaining is consumed as a fresh fruit. This scene is unfavorable, because the high rate of losses during times of big harvests. The processing of papaya can minimize the losses, increasing its shelf life and adding value to this tropical fruit. One of the most used conservation method is HTST pasteurization (high temperature, short time), which reduces microbial count to safe levels for the consumers and inactivates pectinesterase. This enzyme has an important role during fruit ripening, but it becomes undesirable after process, because acts in pectin and causes undesirable changes in the pulp. The main objective of this study was investigate the effects of temperature and process time on the pectinesterase activity in papaya Formosa pulp. The effects of thermal process on the physical and chemical, nutritional, microbiological and sensorial characteristics were also evaluated. The experiments were carried out following a 2<sup>2</sup> factorial design with central point. Two independent variables were studied, temperature and time, in the range of 75 to 95°C / 20 to 60 s. The results were submitted to analyses of variance with 95% of confidence interval. In the range of study, factors temperature, process time and interaction did not show significant effects in the characteristics such as pH, titratable acidity, soluble solids contents, vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> and C contents, antioxidant activity, phenolic compounds, carotenoids contents and colour parameters (*L*, *a*, *b* e  $\Delta E$ ). Temperature showed a positive significant ( $p < 0,05$ ) linear effect in the reduction of pectinesterase activity. The best time and temperature ranges for heat processing, which reached more than 95 % of enzyme inactivation were between 20 and 60 seconds at 95°C. The process at 95 ° C / 60 s promoted a significant decrease in vitamin C content, compared to fresh pulp (*Dunnnett* test at 5% probability level), while the other nutrients did not show significant losses. The presence of coliforms at 45 °C and *Salmonella* was not detected. The applied treatments were sufficient to promote a reduction of about 3 logarithmic cycles in the population of molds and yeasts. The Preference Map obtained by the acceptance analyses showed a trend of preference for the pasteurized at 95 °C / 60 s, 95 °C / 20 s and fresh samples, while commercial pulps were rejected by consumers.

**Key words:** Pasteurization. Pectinesterase. *Carica papaya* L.



## LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

AACC- American Association of Cereal Chemists

ABTS - [ácido 2,2-azinobis-(3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico) diamônio]

ANOVA – Análise de variância

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AOAC – American organization agricultural chemists

APHA – American Public Health Association

BHT- Butil hidroxi tolueno

CLAE – Cromatografia líquida de alta eficiência

CNPMF- Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical

DMS – Diferença mínima significativa

DPPH-*Diphenyl-2-picrylhydrazyl*

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO – Food and Agriculture Organization

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas

MIP – Mapa Interno de Preferência

NEPA- Núcleo de estudos e pesquisas em alimentação

NMP – Número mais provável

ORAC - *Oxygen radical absorbance capacity*

PE- Pectinestase

PG- Poligalacturonase

PPase – Protopectinase

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

RPM – Rotações por minuto

SS - Sólidos Solúveis

TEAC – Trolox equivalent antioxidant capacity

TROLOX - Trolox® (ácido 6-hidróxi-2-5-7-8-tetrametilcromo2-carboxílico)

UFC – Unidade Formadora de Colônia

°C – graus Celsius

µM- milimol

$a$  – parâmetro de cor no sistema Hunter Lab (do verde ao vermelho)  
 $a^*$  – parâmetro de cor no sistema Cie Lab (do verde ao vermelho)  
 $b$  – parâmetro de cor no sistema Hunter Lab (do azul ao amarelo)  
 $b^*$  – parâmetro de cor no sistema Cie Lab (do azul ao amarelo)  
 $D$  – tempo de redução decimal  
 $F$  – Tempo de destruição térmica  
 $g$  – grama  
 $L$  – parâmetro de cor no sistema *Hunter Lab*, coordenada da luminosidade  
 $L^*$  – parâmetro de cor no sistema *Cie Lab*, coordenada da luminosidade  
 $m$  – massa da amostra  
 $M$  – molaridade da solução  
 $\emptyset$  = Temperatura de aquecimento  
 $PEu$  – unidade de atividade da pectinesterase  
 $R\$$  – Reais  
 $T$  – Temperatura  
 $t$  – Tempo  
 $V$  – volume  
 $Z$  – constante de resistência térmica  
 $\Delta E$  – diferença total de cor no sistema Hunter  
 $\Delta E^*$  – diferença total de cor no sistema *Cie Lab*

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Requisitos físico-químicos da polpa de mamão (BRASIL, 2000) .....	4
<b>Tabela 2.</b> Composição média do mamão Formosa por 100 g de parte comestível .....	5
<b>Tabela 3.</b> Combinações de tratamentos obtidas através do planejamento fatorial completo com ponto central. ....	22
<b>Tabela 4.</b> Caracterização físico-química da polpa de mamão <i>in natura</i> .....	30
<b>Tabela 5.</b> Resultados das análises de pH, sólidos solúveis e acidez titulável das polpas submetidas a diferentes condições de processo (média ± desvio padrão).....	31
<b>Tabela 6.</b> Resultados das análises microbiológicas para polpa de mamão.....	34
<b>Tabela 7.</b> Atividade da pectinesterase e taxa de redução da atividade .....	35
<b>Tabela 8.</b> Teores de carotenóides totais (média ± desvio padrão).....	38
<b>Tabela 9.</b> Resultados* da análise dos carotenóides β-caroteno, β-criptoxantina, licopeno (média ± desvio padrão) e do teor calculado de retinol equivalente (RE) .....	40
<b>Tabela 10.</b> Teores de glicose, frutose e sacarose na polpa de mamão (média ± desvio padrão) .....	41
<b>Tabela 11.</b> Teores de vitaminas B <sub>1</sub> e B <sub>2</sub> (média ± desvio padrão) .....	43
<b>Tabela 12.</b> Conteúdo de vitamina C da polpa de mamão (média ± desvio padrão) .....	45
<b>Tabela 13.</b> Atividade antioxidante e compostos fenólicos totais (média ± desvio padrão).....	48
<b>Tabela 14.</b> Parâmetros* de cor <i>L</i> , <i>a</i> , <i>b</i> e <i>Δe</i> da polpa de mamão (média ± desvio padrão) .....	50
<b>Tabela 15.</b> Média* de aceitação** e intenção de compra*** das amostras e percentual de aprovação e reprovação .....	53
<b>Tabela 16.</b> Médias* de aceitação** das amostras de néctares de mamão para os 3 diferentes segmentos de consumidores .....	57
<b>Tabela 17.</b> Médias* de intenção de compras** das amostras de néctares de mamão para os três diferentes segmentos de consumidores.....	58

## ÍNDICE DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Teores de carotenóides de diferentes cultivares e origens de mamão.....	8
<b>Quadro 2.</b> Teores de vitamina C em polpa de mamão relatados por diferentes autores .....	46
<b>Quadro 3.</b> Codificação das amostras submetidas à análise sensorial.....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mamão ( <i>Carica papaya</i> L.) .....	3
<b>Figura 2.</b> Estruturas de carotenóides presentes no mamão.....	9
<b>Figura 3.</b> Mecanismo de ação das pectinases .....	14
<b>Figura 4.</b> Etapas de produção de polpa de fruta pasteurizada congelada.....	17
<b>Figura 5.</b> Esquema de um trocador de calor de superfície raspada (TOLEDO, 2007).....	18
<b>Figura 6.</b> Representação do espaço de cores no sistema Hunter .....	19
<b>Figura 7.</b> Representação de medida da cor por reflectância.....	20
<b>Figura 8.</b> Etapas de obtenção da polpa de mamão.....	21
<b>Figura 9.</b> Sistema de pasteurização ARMFIELD .....	22
<b>Figura 10.</b> Esquema de funcionamento do sistema de pasteurização.....	23
<b>Figura 11.</b> Detalhes do trocador de calor de superfície raspada.....	24
<b>Figura 12.</b> Sistema de envase ultralimpo.....	24
<b>Figura 13.</b> Diagrama de pareto para variável pH .....	32
<b>Figura 14.</b> Diagrama de pareto para variável acidez titulável.....	33
<b>Figura 15.</b> Diagrama de pareto para variável sólidos solúveis.....	33
<b>Figura 16.</b> Diagrama de pareto para redução da atividade da pectinesterase.....	36
<b>Figura 17.</b> Gráfico de valores previstos contra os resultados experimentais correspondentes.....	37
<b>Figura 18.</b> Superfície de resposta (a) e curvas de contorno (b) para redução da atividade da pectinesterase.....	37
<b>Figura 19.</b> Diagrama de pareto para variável carotenóides totais .....	39
<b>Figura 20.</b> Cromatograma da análise de carotenóides da polpa de mamão in natura .....	40
<b>Figura 21.</b> Diagrama de pareto para a variável glicose .....	42
<b>Figura 22.</b> Diagrama de pareto para variável frutose .....	43
<b>Figura 23.</b> Diagrama de pareto para variável Vitamina B2.....	44
<b>Figura 24.</b> Diagrama de pareto para vitamina B1.....	45
<b>Figura 25.</b> Diagrama de pareto para vitamina C.....	47
<b>Figura 26.</b> Diagrama de pareto para atividade antioxidante.....	49
<b>Figura 27.</b> Diagrama de pareto para variável compostos fenólicos totais.....	50
<b>Figura 28.</b> Diagramas de pareto para os parâmetros de cor “a” (a), “b” (b), “L” (c) e “ $\Delta E$ ” (d) .....	51
<b>Figura 29.</b> Histograma de distribuição de porcentagem das notas para aceitação dos participantes.....	54
<b>Figura 30.</b> Histogramas de distribuição de porcentagem das notas para intenção de compra dos participantes .....	55
<b>Figura 31.</b> Representação gráfica das dimensões 1 e 2 do Mapa Interno de Preferência (MIP). .....	56
<b>Figura 32.</b> Mapa Interno de Preferência .....	56

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1	A cultura do mamão .....	3
2.2	Aspectos econômicos da produção de mamão .....	4
2.3	Polpa de mamão .....	4
2.3.1	Características físico-químicas e microbiológicas da polpa de mamão .....	4
2.3.2	Açúcares .....	5
2.4	Atividade antioxidante.....	6
2.5	Compostos fenólicos .....	6
2.6	Carotenóides .....	7
2.7	Vitaminas presentes no mamão .....	11
2.8	Microrganismos de importância em polpa de frutas .....	11
2.9	Enzimas de importância no mamão.....	12
2.9.1	Enzimas pectinolíticas (pectinases).....	12
2.9.2	As pectinesterases.....	14
2.10	Processamento térmico de alimentos.....	16
2.11	Planejamentos experimentais .....	18
2.12	Análise sensorial.....	18
2.13	Cor instrumental .....	19
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
3.1	Matéria-prima .....	21
3.2	Planejamento experimental .....	22
3.3	Processamento térmico .....	22
3.4	Análises físico-químicas e bioquímicas .....	25
3.4.1	Caracterização da polpa de mamão <i>in natura</i> .....	25
3.4.2	Quantificação e identificação de carotenóides .....	25
3.4.3	Quantificação de vitamina B <sub>1</sub> (Tiamina) e B <sub>2</sub> (Riboflavina).....	26
3.4.4	Quantificação de vitamina C .....	26
3.4.5	Quantificação de açúcares .....	26
3.4.6	Análise da atividade antioxidante.....	27
3.4.7	Análise de compostos fenólicos totais.....	27
3.4.8	Análise enzimática: medida da atividade da pectinesterase .....	27
3.5	Análises microbiológicas.....	28
3.6	Avaliação instrumental da cor .....	28
3.7	Análise sensorial.....	29
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>30</b>
4.1	Caracterização físico-química da polpa de mamão <i>in natura</i> .....	30
4.2	pH, sólidos solúveis e acidez titulável.....	31
4.3	Análises microbiológicas.....	34
4.4	Atividade enzimática da pectinesterase.....	35
4.5	Carotenóides .....	38
4.6	Açúcares .....	41
4.7	Vitaminas.....	43
4.8	Atividade antioxidante e compostos fenólicos totais .....	48

4.9	Avaliação instrumental da cor .....	50
4.10	Análise sensorial.....	52
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>60</b>
<b>6</b>	<b>RECOMENDAÇÕES DE PESQUISA .....</b>	<b>61</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>62</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>75</b>
	<b>Anexo A – Ficha eletrônica utilizada nos testes de aceitação e intenção de compra do néctar de mamão.....</b>	<b>76</b>
	<b>Anexo B – Ficha eletrônica utilizada no questionário sócio-demográfico dos participantes da análise sensorial.....</b>	<b>77</b>
	<b>Anexo C - Cromatograma característico da análise de açúcares.....</b>	<b>78</b>
	<b>Anexo D - Cromatograma característico da análise de vitamina B2.....</b>	<b>79</b>
	<b>Anexo E – Cromatograma característico da análise de vitamina B1 .....</b>	<b>80</b>
	<b>Anexo F – Cromatograma característico da análise de vitamina C .....</b>	<b>81</b>
	<b>Anexo G. Quadro sócio-demográfico dos participantes da análise sensorial .....</b>	<b>82</b>
	<b>Anexo H - Dendograma referente à segmentação de consumidores em relação à aceitação das amostras .....</b>	<b>83</b>
	<b>Anexo I - Dendograma referente à segmentação de consumidores em relação à intenção de compra .....</b>	<b>84</b>
	<b>Anexo J – Tabelas da análise de variância .....</b>	<b>85</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O mamão é um fruto largamente produzido nos países tropicais. A espécie (*Carica papaya* L.) é a mais cultivada em todo mundo, sendo que no Brasil as cultivares *Sunrise Solo*, *Improved Sunrise Solo* e *Formosa* são as mais exploradas (DANTAS, 2000). Atualmente o Brasil é maior produtor mundial de mamão, e sua exportação, apesar de pequena, vem crescendo a cada ano (MONTEIRO, 2006).

É um fruto saboroso, que está bastante presente nos hábitos alimentares brasileiros, sendo consumido principalmente na forma *in natura*. Apresenta características sensoriais, físico-químicas e nutricionais, que o tornam um alimento bastante nutritivo.

Dentre as principais características deste fruto tropical, destaca-se o alto teor de carotenóides, sendo um dos principais frutos fonte de precursores de vitamina A. Além disso, o mamão pode ser considerado fonte de vitamina C e contém teores consideráveis de vitaminas do complexo B, fibras solúveis, entre outros nutrientes.

Embora o mercado de frutas processadas venha crescendo a cada ano, a produção de derivados de mamão é muito pequena e insuficiente para amenizar as perdas ocasionadas pelas grandes safras e pela dificuldade de escoamento.

Atualmente, as pesquisas em torno do mamão estão voltadas principalmente para as tecnologias de pós-colheita, visando à melhoria da qualidade do fruto para alcançar os requisitos mínimos de qualidade para exportação.

Contudo, o processamento é uma ótima alternativa para melhorar o aproveitamento do fruto, além de agregar valor econômico. Os subprodutos do mamão podem ser utilizados nas indústrias alimentícias, farmacêuticas e até na produção de ração animal.

A polpa de mamão pode ser empregada na produção de sucos, doces, como ingredientes na fabricação de iogurtes, coberturas, alimentos infantis, etc. A casca e sementes geradas na industrialização podem ser utilizadas para extração de enzimas e outros compostos.

A polpa de mamão é pouco ácida, o que a torna susceptível ao desenvolvimento microbiano. É necessária a aplicação de um processo de conservação que permita um aumento da sua vida útil e a torne segura para os consumidores.

Um dos métodos de conservação mais utilizados é o tratamento térmico. Os processos que utilizam altas temperaturas por curto tempo de exposição, conhecidos como HTST (*High Temperature, Short Time*), são os mais empregados, pois permitem maior retenção dos nutrientes e dos compostos responsáveis pelo sabor e aroma, permitindo melhor aproximação com as características da fruta *in natura*. A pasteurização é recomendada não só para prevenir o desenvolvimento de microrganismos, como também para inativação de enzimas que podem causar alterações indesejáveis na polpa.

Dentre as enzimas presentes no mamão, a pectinesterase é a de maior importância na produção de polpas. É uma enzima termorresistente que, após processamento, atua sobre a pectina formando um gel que afeta a qualidade da polpa, principalmente no que diz respeito às suas características reológicas. Desta forma, é necessária a aplicação de um tratamento suficiente para inativar esta enzima.

Embora existam diversas tecnologias inovadoras na conservação de alimentos, estas ainda não se tornaram viáveis para a maioria das indústrias. O tratamento térmico ainda é a principal técnica de conservação empregada na produção de sucos e polpas.

O tratamento térmico apresenta algumas desvantagens, principalmente porque a aplicação de altas temperaturas pode afetar a qualidade nutricional e sensorial do produto.



Porém, a utilização de tratamentos térmicos devidamente planejados e estudados pode minimizar as perdas nutricionais e manter as características sensoriais da polpa bem próximas às características naturais dos frutos.

O objetivo geral deste estudo foi avaliar o efeito da temperatura e tempo de processo na qualidade da polpa de mamão.

Os objetivos específicos deste estudo foram:

- Estudar o efeito da temperatura e tempo de processo na atividade da enzima pectinesterase presente na polpa de mamão;
- Estudar o efeito da temperatura e tempo de processo nas características microbiológicas da polpa de mamão;
- Avaliar o efeito da temperatura e tempo de processo sobre as características físico-químicas (pH, acidez titulável e sólidos solúveis) da polpa de mamão;
- Avaliar o efeito da temperatura e tempo do processo na qualidade nutricional (teor de carotenóides, vitaminas B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> e C, compostos fenólicos e atividade antioxidante) da polpa de mamão;
- Avaliar o efeito da temperatura e tempo do processo nos parâmetros da cor (*L*, *a*, *b* e  $\Delta E$ );
- Avaliar o efeito do processamento térmico na qualidade sensorial da polpa de mamão.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cultura do mamão

O mamão (*Carica papaya* L.), da família *caricaceae*, é originário da América tropical. É um dos frutos mais cultivadas do mundo, especialmente em áreas tropicais onde a temperatura média anual é de 25 °C (SIMÃO, 1998 apud JACOMINO *et al.*, 2002).

A cultivar *Sunrise Solo* conhecida popularmente como mamão “Havaí”, “Papaya” ou “Amazônia”, tem forma de pêra, polpa vermelha-alaranjada de boa qualidade e cavidade interna estrelada. A variedade *Improved Sunrise Solo* cv., também comumente conhecida como mamão “Havaí”, apresenta polpa espessa e de coloração vermelho-alaranjada, de boa qualidade, com boa resistência ao transporte e maior resistência ao armazenamento. A cultivar *Tainung* n° 1 (Formosa) apresenta casca de coloração verde claro e cor de polpa laranja-avermelhada, de ótimo sabor. A cultivar *Tainung* n° 2 apresenta polpa vermelha de bom sabor, maturação rápida, com pouca resistência ao transporte (DANTAS, 2000).

O mamão é um fruto climatérico, cujas transformações resultantes do amadurecimento ocorrem rapidamente após a colheita do fruto fisiologicamente maduro, desencadeadas pela produção do etileno e aumento da taxa respiratória. Isso o caracteriza como um fruto bastante perecível após sua colheita (PAUL, 1993 apud JACOMINO *et al.*, 2002).

Segundo Alves *et al.* (2000), o período de colheita é extremamente importante para a qualidade dos frutos, e deve ser realizada no momento em que os requisitos mínimos de qualidade são alcançados. As principais características que devem ser consideradas são: teor de sólidos solúveis, firmeza do fruto, cor e aspecto da casca.

Manica (1982, apud SOUZA e DURIGAN, 2007) ressalta que a colheita do mamão depende também do tempo necessário ao transporte desde o campo até o local de consumo, da estação do ano e da finalidade da produção (mercado externo, interno ou indústria).

A colheita do mamão deve ser realizada quando o fruto atinge o seu pleno desenvolvimento fisiológico, tendo passado da cor verde escuro para verde claro e apresentar uma a duas estrias amarelas correspondentes à época na qual se tem o amadurecimento mais uniforme e com qualidade (CHITARRA, 2000 apud ANDRADE, 2006).

A Figura 1 apresenta os frutos de mamão.



**Figura 1.** Mamão (*Carica papaya* L.)

## 2.2 Aspectos econômicos da produção de mamão

Segundo dados da *Food and Agriculture Organization* (FAO), o Brasil é o maior produtor de mamão, com uma produção recorde de 1,9 milhões de toneladas em 2006, representando 24 % do total produzido no mundo. O estado da Bahia é o maior produtor deste fruto, com aproximadamente 48,2 % do total nacional (IBGE, 2007). O segundo maior produtor é o Espírito Santo, sendo este o principal exportador.

De acordo com Monteiro (2006), as exportações de mamão são consideradas muito baixas em relação à produção nacional, concorrendo com países como México, Tailândia, Indonésia, Taiwan e Belize. Outros fatores como dificuldades na logística, leis, exigências específicas de cada mercado e questões sanitárias também dificultam a conquista do mercado internacional. Contudo, a abertura dos mercados europeu e americano está aumentando gradativamente.

No mercado interno 95 % da produção são destinados ao consumo *in natura*, enquanto que somente 5 % são aproveitados pelas indústrias de sucos, polpas e outros derivados (MONTEIRO, 2006), o que seria outro fator agravante para as perdas na pós-colheita.

## 2.3 Polpa de mamão

A industrialização é uma das melhores opções para minimizar as perdas que ocorrem por ocasião das grandes safras, quando o excesso de produção faz com que as frutas alcancem preços muito baixos no mercado de frutas frescas (TEIXEIRA e SOUZA, 2004).

De acordo com Lopes (2008), a demanda atual é crescente para sucos e polpas de frutas tropicais devido às mudanças nos padrões de vida dos consumidores, que procuram produtos naturais com pouco ou nenhum aditivo químico, buscando praticidade e qualidade. Este mesmo autor ressalta que o sucesso das polpas de frutas está relacionado com a simplicidade dos processos de produção e a praticidade que o produto oferece para o preparo, principalmente de sucos.

Entende-se por polpa ou purê de mamão, o produto não fermentado e não diluído, obtido da parte comestível do mamão (*Carica papaya* L.), através de processo tecnológico adequado, com teor mínimo de sólidos totais (BRASIL, 2000).

### 2.3.1 Características físico-químicas e microbiológicas da polpa de mamão

Os requisitos físico-químicos da polpa de mamão são estabelecidos pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de polpa de mamão, apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Requisitos físico-químicos da polpa de mamão (BRASIL, 2000)

	Mínimo	Máximo
<i>Sólidos solúveis em ° Brix, a 20 °C</i>	10,00	-
<i>pH</i>	4,00	-
<i>Acidez total expressa em ácido cítrico (g /100 g)</i>	0,17	-
<i>Açúcares totais naturais do mamão (g / 100 g)</i>	-	14,00
<i>Sólidos totais (g /100 g)</i>	10,5	-

Além disso, deve apresentar cor do amarelo ao vermelho e sabor e aroma próprios.

A polpa de mamão também deve obedecer aos padrões microbiológicos estabelecidos para polpa de frutas concentradas ou não, com ou sem tratamento térmico, refrigeradas ou congeladas, conforme resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), nº 12 de 2001 (BRASIL, 2001).

- Coliformes fecais: máximo  $10^2$  NMP<sup>1</sup> / g
- *Salmonella*: ausente em 25 g

Em relação aos aditivos, podem ser adicionados acidulantes como reguladores de acidez, conservadores químicos e corantes naturais, nos mesmos limites estabelecidos para sucos de frutas, ressalvados os casos específicos (BRASIL, 2000).

A composição da polpa de mamão, de acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, é apresentada na Tabela 2. Esta tabela foi elaborada pelo Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA), a partir de um plano de amostragem que garante valores representativos da composição do mamão produzido no país.

**Tabela 2.** Composição média do mamão Formosa por 100 g de parte comestível

<i>Energia</i>	45 Kcal	<i>Ferro</i>	0,2 mg
<i>Carboidratos</i>	12 g	<i>Sódio</i>	3 mg
<i>Proteínas</i>	1 g	<i>Potássio</i>	222 mg
<i>Lipídeos</i>	Traços	<i>Cobre</i>	1,36 mg
<i>Fibra</i>	1,8 g	<i>Zinco</i>	0,1 mg
<i>Cinzas</i>	0,6 g	<i>Vitamina B<sub>1</sub></i>	0,03 mg
<i>Cálcio</i>	25 mg	<i>Vitamina B<sub>2</sub></i>	0,03 mg
<i>Magnésio</i>	17 mg	<i>Vitamina C</i>	79 mg
<i>Fósforo</i>	11 mg	<i>Retinol</i>	0

Fonte: NEPA (2004)

Pode-se observar que, entre os nutrientes presentes no mamão, destaca-se o potássio e a vitamina C. O fruto apresenta um teor de lipídeos desconsiderável.

O teor de ácidos orgânicos em frutos de mamão é considerado baixo, sendo os predominantes os ácidos cítrico e málico em quantidades iguais, seguido do  $\alpha$ -cetoglutárico (COSTA e BALBINO, 2002).

Embora o teor de lipídeos do mamão seja muito baixo, Goes (1992) identificou o ácido linoléico como o principal ácido graxo encontrado, representando 48 % da fração lipídica total da polpa.

### 2.3.2 Açúcares

Segundo Costa e Balbino (2002), a composição de açúcares do mamão tem influência direta no sabor e pode variar conforme a variedade, cultivar, condições climáticas de cultivo, fertilidade do solo, estágio de maturação e região geográfica. A concentração de açúcares

<sup>1</sup> NMP – Número mais provável

aumenta ligeiramente durante o desenvolvimento dos frutos e aumenta bruscamente com o início do amadurecimento. O teor de sacarose tende a cair com o amadurecimento, sendo hidrolisada a açúcares mais simples como a glicose e frutose.

Soler *et al.* (1985) estudaram o processamento de purê de mamão e encontraram para variedade *Solo* teores de 10,75 g / 100 g para açúcares redutores e 11,79 g / 100 g para açúcares totais.

De Martin *et al.* (1977) encontraram para o mamão da variedade “comum amarela” teores de 6,58 g / 100 g para açúcares redutores e 6,84 g / 100 g para açúcares totais.

Estes valores mostram que o teor de açúcares do mamão pode variar bastante conforme a variedade.

## 2.4 Atividade antioxidante

Uma dieta rica em frutas e hortaliças é associada à baixa incidência de doenças do coração, câncer e neurodegenerativas. Os vegetais produzem uma alta concentração de metabólitos com atividade antioxidante, que podem incluir ácido ascórbico, vitamina E, carotenóides, compostos fenólicos e algumas enzimas, que protegem as células dos danos causados pela oxidação (DRAGSTED *et al.*, 2006; HALVORSEN *et al.*, 2006). Dentre os principais compostos com atividade antioxidante encontrados no mamão estão os carotenóides (pró-vitamina A) e o ácido ascórbico (vitamina C).

O corpo humano possui um sistema de defesa antioxidante, e tem sido comprovado que a dieta rica em antioxidantes fortalece este sistema (BLOMHOFF, 2006).

Corral-Aguayo *et al.* (2008) estudaram a correlação de constituintes como vitamina C, vitamina E, compostos fenólicos solúveis totais, carotenóides totais e  $\beta$ -caroteno com a atividade antioxidante de diversas frutas (goiaba, abacate, mamão, morango, sapota preta, pêra). Dentre todas, o mamão apresentou menor teor de fenólicos solúveis totais (54,8 mg de ácido gálico (AG) / 100 g de matéria fresca), concordando com outros estudos. Foi observado um conteúdo de aproximadamente 60 mg de ácido ascórbico / 100 g de polpa e, para vitamina E ( $\alpha$ - tocoferol e  $\gamma$ -tocoferol), foi encontrado um conteúdo baixo (229 $\mu$ g / 100g) comparado às outras frutas estudadas. O teor de  $\beta$ -caroteno no mamão foi de aproximadamente 100  $\mu$ g / 100 g enquanto que, para carotenóides totais, o valor encontrado foi de 800  $\mu$ g / 100 g, valores considerados baixos comparados a outros estudos, e que devem ser atribuídos tanto às características dos cultivares estudados, quanto aos métodos de extração e detecção utilizados. Pelo método do TEAC (Trolox equivalent antioxidant capacity), foi observada uma alta correlação entre compostos fenólicos solúveis e atividade antioxidante, assim como para vitamina C e atividade antioxidante. Porém, para os compostos lipossolúveis, a correlação foi considerada baixa, sendo atribuída principalmente ao solvente utilizado na extração, mostrando que os métodos de extração têm influência direta nos resultados e deve ser escolhido de acordo com a proporção lipossolúvel / hidrossolúvel da matriz.

## 2.5 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos apresentam variadas estruturas desde simples moléculas contendo um único anel aromático hidroxilado até substâncias poliméricas muito complexas (BRYANT, 1992 apud NDHLALA, 2008). Estes compostos podem ser divididos em 2 classes: os flavonóides e não-flavonóides. O perfil de compostos fenólicos pode variar conforme a espécie vegetal, entre outros fatores.

Poucos estudos têm sido relatados sobre os compostos fenólicos presentes no mamão. Num estudo com polpas de mamão, Catunda Júnior *et al.* (2007) detectaram a presença de linalol e óxido de linalol nas variedades *Golden* e *Tainung* nº1 (Formosa) e em alguns híbridos. O isotiocianato de benzila também foi detectado, e teve sua concentração reduzida durante o amadurecimento.

Winterhalter *et al.* (1986) também detectaram a presença de linalol na polpa de mamão.

Kaempferol e quercetina podem estar presentes nos brotos enquanto que glucosinato de benzila e isotiocianato de benzila podem ser encontrados em todos os tecidos (KHUZHAEV e ARIPOVA, 2000; MIEAN e MOHAMED, 2001; OLAFSDOTTIR *et al.*, 2002 apud CANINI *et al.*, 2007).

Ribani (2007) investigou a presença de miricetina, quercetina, kaempferol, luteolina e apigenina em polpa de mamão, não sendo detectado nenhum destes flavonóides.

Almora (2004) detectou a presença de linalol e óxido de linalol no mamão *Maradol roja*, variedade conhecida na região do México, Colômbia e Cuba.

## 2.6 Carotenóides

Os carotenóides são importantes constituintes das frutas. Além de estarem entre os principais pigmentos responsáveis pela cor do fruto, possuem um grande papel na manutenção da saúde humana, na prevenção de doenças, combate aos radicais livres, assim como no fortalecimento da imunidade (HUGHES, 2001; ZHOU *et al.* 2007).

O perfil de carotenóides do mamão pode variar com a região geográfica de cultivo, a variedade, o período de colheita e o grau de maturação. O Quadro 1 apresenta diferentes perfis de carotenóides em mamão encontrados por diversos autores.

**Quadro 1.** Teores de carotenóides de diferentes cultivares e origens de mamão

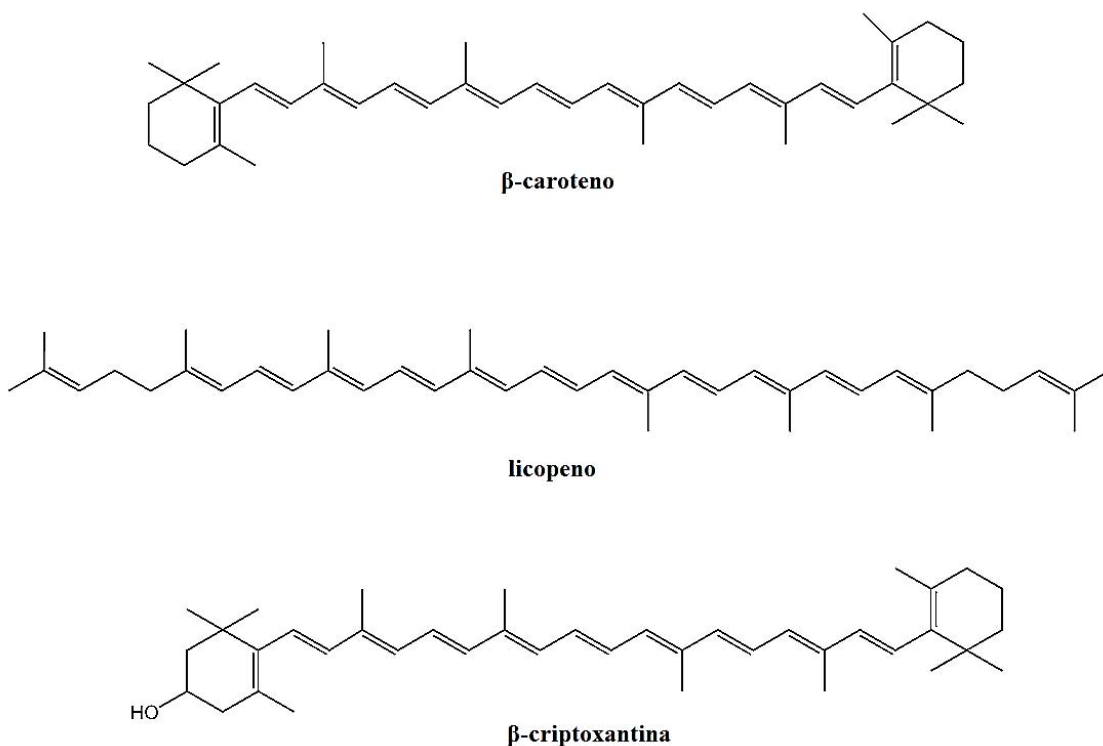
<b>REFERÊNCIA, REGIÃO DE ORIGEM DA AMOSTA</b>	<b>VARIEDADE</b>	<b>CAROTENÓIDE E CONCENTRAÇÃO MÉDIA (<math>\mu\text{g} / 100 \text{ g}</math>)</b>
Kimura <i>et al.</i> (1991) São Paulo, Brasil	Laranja comum	$\beta$ -caroteno (120 $\pm$ 90), $\beta$ -criptoxantina (810 $\pm$ 170), $\beta$ criptoxantina -5,6- epoxide (200 $\pm$ 110)
Bahia, Brasil	<i>Solo</i>	$\beta$ -caroteno (250 $\pm$ 100), $\alpha$ - caroteno (140 $\pm$ 80), $\beta$ -criptoxantina (2100 $\pm$ 1600), licopeno (910 $\pm$ 240)
São Paulo, Brasil	Formosa	$\beta$ -caroteno (140 $\pm$ 50), $\alpha$ - caroteno (170 $\pm$ 60), $\beta$ -criptoxantina (530 $\pm$ 110) $\beta$ -criptoxantina -5,6- epoxide (380 $\pm$ 130) , anteraxantina (180 $\pm$ 10)(530 $\pm$ 110), licopeno (1900 $\pm$ 400)
Bahia, Brasil	Formosa	$\beta$ -caroteno (230 $\pm$ 70), $\alpha$ - caroteno (200 $\pm$ 40), $\beta$ -criptoxantina (970 $\pm$ 180), $\beta$ -criptoxantina -5,6-epoxide (210 $\pm$ 30) , anteraxantina (400 $\pm$ 290), licopeno (4000 $\pm$ 600)
Sentanin e Rodriguez-Amaya (2007)	<i>Sunrise</i>	Licopeno total (2390 $\pm$ 920), $\beta$ -criptoxantina total (820 $\pm$ 120)
(região não definida)	Formosa	Licopeno total (2300 $\pm$ 750), $\beta$ -criptoxantina total (700 $\pm$ 170), $\beta$ -caroteno trans (120 $\pm$ 50)
	Golden	Licopeno total (1850 $\pm$ 640), $\beta$ -criptoxantina total (870 $\pm$ 90) , $\beta$ -caroteno trans (120 $\pm$ 30)
Charoensiri <i>et al.</i> (2009) Tailândia	<i>Khakdahm</i>	$\beta$ -caroteno (471 $\pm$ 134), licopeno (2168 $\pm$ 238)
Bhaskarachary <i>et al.</i> (1995) India	Indefinido	$\beta$ -caroteno (1050 $\pm$ 440), $\alpha$ - caroteno (1040)

Pode-se observar que, nas variedades mais produzidas no Brasil (*Golden, Sunrise e Formosa*), os carotenóides que predominam são licopeno,  $\beta$ -caroteno,  $\alpha$ -caroteno, e  $\beta$ -criptoxantina, sendo que os teores variam bastante conforme a região. Também podemos observar, em algumas variedades, a presença de outros carotenóides como a anteraxantina.

O licopeno pode ser encontrado em muitas frutas vermelhas como tomate, melancia, goiaba, mamão além de hortaliças (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001). Ele é o principal pigmento encontrado em determinadas variedades de mamão e tem uma importante implicação no potencial antioxidante (YAMAMOTO, 1964; CHANDRIKA *et al.*, 2003 apud WALL, 2006). Entre os carotenóides, é o que possui o maior potencial de combate aos radicais livres, seguidos pela  $\beta$ -criptoxantina,  $\beta$ -caroteno, luteína e zeaxantina,  $\alpha$ -caroteno (MILLER *et al.* 1996).

O  $\beta$ -caroteno (pró-vitamina A) pode ser encontrado em hortaliças verdes e em vegetais alaranjados. A  $\beta$ -criptoxantina é o principal pigmento de frutas alaranjadas como pêssigo, nectarina, mamão, laranja, mas também pode ocorrer como pigmento secundário (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

A Figura 2 apresenta as estruturas de alguns carotenóides presentes no mamão.



**Figura 2.** Estruturas de carotenóides presentes no mamão (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001)



### 2.6.1 Atividade pró-vitáminica A dos carotenóides

Pró-vitamina é um composto que pode ser convertido em vitamina no organismo. Somente alguns carotenóides possuem atividade pró-vitáminica A, incluindo  $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -caroteno e  $\beta$ -criptoxantina. O licopeno, porém, não possui esta atividade (ERDMAN *et al.*, 1988). Segundo Thurnham e Northrop-Clewes (1999), o  $\beta$ -caroteno é o carotenóide que possui a maior atividade pró-vitáminica A.

De acordo com Olson (1999, apud NIZU, 2003), a clivagem central é o mecanismo principal de transformação dos carotenóides pró-vitáminicos. No caso do  $\beta$ -caroteno, o carotenóide se divide ao meio formando 2 moléculas de retinol. Nos demais carotenóides pró-vitáminicos, a molécula forma apenas uma molécula de retinol.

Setiawan *et al.* (2001), em estudo sobre carotenóides presentes em frutas da Indonésia, reportaram que o mamão está entre as frutas consideradas “boas fontes” de pró-vitamina A, em uma escala que vai de “boa fonte” (70 a 140  $\mu$ g de retinol formado / 100 g de porção) até “fonte rica” (acima de 140  $\mu$ g de retinol formado / 100 g de porção).

### 2.6.2 Efeito do processamento na composição de carotenóides e atividade antioxidante

Segundo Rodriguez-Amaya *et al.* (2001, 2008), os carotenóides são suscetíveis à isomerização e oxidação durante processamento e estocagem. A principal causa da degradação de carotenóides é a oxidação enzimática ou não enzimática, que depende principalmente da disponibilidade do oxigênio e da estrutura do carotenóide. A oxidação também pode ser influenciada pela presença de oxigênio, metais, enzimas, lipídeos insaturados, oxidantes e antioxidantes, exposição à luz, severidade do tratamento aplicado (temperatura e tempo de processo, superfície de contato), material de embalagem e modo de preparo.

Os carotenóides ocorrem principalmente na configuração “trans”, mas o processamento pode alterar sua forma para cis-isômeros, causando alterações nas propriedades biológicas que podem diminuir a atividade da pró-vitamina A, alterar a biodisponibilidade e a atividade antioxidante (SCHIEBER e CARLE, 2005). Segundo von Doering *et al.* (1995), a configuração do isômero trans é termodinamicamente mais estável.

Porém, a geometria do carotenóide não é o único fator que determina sua biodisponibilidade. Outros fatores como a matriz, interação entre os carotenóides, localização no tecido vegetal, presença de lipídeos na dieta, o processamento e, particularmente o tratamento térmico, podem afetar a biodisponibilidade (CASTENMILLER e WEST, 1998; VAN HET HOF *et al.*, 2000 e YEUM e RUSSELL, 2002).

Investigações sobre o efeito do processamento térmico na trans-cis- isomerização do  $\beta$ -caroteno em suco de cenoura mostraram que a pasteurização e esterilização até 120°C causa uma pequena formação de cis-isômeros enquanto que o cozimento e esterilização a 130°C causam um acréscimo significativo nos níveis de cis-isômeros (MARX *et al.*, 2003).

Nguyen *et al.*, (2001), em trabalho com polpa de tomate, constataram que o licopeno é mais termicamente resistente à isomerização quando comparado ao  $\beta$ -caroteno “trans” e a luteína, devido a sua estrutura e localização no tecido vegetal.

Em trabalho com pêra de cactos do México, Jaramillo-Flores *et al.* (2003) verificaram que o tratamento térmico aumenta a extratibilidade dos carotenóides presentes, e diminui a concentração de compostos fenólicos causando um pequeno efeito na atividade antioxidante.

## 2.7 Vitaminas presentes no mamão

O mamão é considerado uma boa fonte de vitamina C e pró-vitamina A. Ele está entre as 20 frutas com maior conteúdo em vitamina C (GEBHARDT e THOMAS, 2002; VINCI *et al.*, 1995).

Segundo Belitz e Grosh (1997), a vitamina C se apresenta na natureza sob duas formas biologicamente ativas: ácido ascórbico e ácido de-hidroascórbico (forma oxidada). Devido a sua instabilidade, pode ser convertida para forma inativa (ácido diceto-gulônico). É susceptível à degradação pelo calor, oxidação, aplicação do frio, alcalinidade do meio e solubilidade em água.

Franke *et al.* (2004) investigaram os teores de vitamina C em frutas consumidas no Havaí e encontraram teores na faixa de 66 - 80 mg / 100 g para mamão da variedade *Solo* e 62-63 mg/100g para mamão da variedade *Sunrise*.

Durante o amadurecimento, o teor de ácido ascórbico do mamão aumenta, diferente de outras frutas como a banana, que tem seu teor reduzido durante o amadurecimento (LEE e KADER, 2000).

Perdas no teor de vitamina C, alterações sensoriais e reações de escurecimento devido à degradação do ácido ascórbico ocorrem frequentemente em frutos durante o processamento. (BADOLATO *et al.* 1996).

Segundo Ottaway (2002), os principais fatores que afetam a estabilidade das vitaminas são temperatura, umidade, presença de oxigênio, luz, pH, presença de íons metálicos, agentes redutores e oxidantes, entre outros. A vitamina B<sub>1</sub> ou tiamina é encontrada largamente nos tecidos vegetais. Estudos sobre a estabilidade térmica da tiamina e seus sais mostraram que a destruição da tiamina é mais rápida em meios alcalinos. A vitamina B<sub>2</sub> ou riboflavina apresenta-se bastante estável ao aquecimento e presença de oxigênio, principalmente em meio ácido. Ela é considerada uma das vitaminas mais estáveis, sendo a luz o fator que mais afeta sua estabilidade.

## 2.8 Microrganismos de importância em polpa de frutas

A produção de polpa de mamão engloba as etapas de colheita, lavagem, descascamento, desintegração, acabamento, formulação, desaeração, pasteurização, acondicionamento e conservação (MARTIN *et al.*, 1989; LIMA, 1998 apud TEIXEIRA e SOUZA, 2004). Durante estas etapas, a aplicação das Boas Práticas de Fabricação é fundamental para que não ocorra a contaminação da polpa. O estabelecimento de tratamentos térmicos devidamente estudados e validados é fundamental para eliminar a possibilidade de sobrevivência e desenvolvimento de microrganismos patogênicos ou deteriorantes, que não possam ser eliminados em etapas subsequentes.

A ocorrência de fungos termorresistentes tem sido notada frequentemente em linhas de processamento de frutas. As espécies mais comumente encontradas são *Neosartoya fischeri*, *Byssochlamys nivea*, *Talaromyces sp.* e *Eupenicillium sp.* (HOCHING e PITT, 1984; TOURNAS, 1994 apud SLONGO, 2004).

Slongo (2004) estudou a influência de diferentes fatores na termorresistência do fungo *Neosartoya fischeri* em sucos tropicais e constatou que, em suco de mamão, o tratamento aplicado pelas indústrias (100 °C / 30 segundos) é suficiente para se obter quatro reduções decimais.

Penteadó (2003), estudou a capacidade de multiplicação de *Salmonella enteridis* e *Listeria monocytogenes* em polpas de mamão incubadas sob diferentes condições de tempo e temperatura. Os resultados mostraram que estes microrganismos podem se multiplicar em

frutas de baixa acidez e que a temperatura de 10 °C, apesar de reduzir a velocidade de crescimento, não garante a inibição dos mesmos.

Silva e Gibbs (2005) realizaram um estudo sobre os microrganismos alvo para produtos de frutas de alta acidez e reportaram que, entre os mais termorresistentes capazes de esporulação, estão ascósporos de *Neosartorya fischeri*, *Byssochlamys nivea*, *Talaromyces flavus*, *Eupenicillium javanicum* e *Byssochlamys fulva*, assim como bactérias produtoras de esporos *Clostridium butiricum*, *Bacillus coagulans* e *Bacillus megaterium*. Estes microrganismos, esporos e algumas enzimas são geralmente menos termorresistentes que o *Alicyclobacillus acidoterrestris*, que particularmente tem causado muitos problemas na indústria de frutas. Desta forma, o *A. acidoterrestris* deve ser utilizado como microrganismo alvo para o estabelecimento do processamento térmico adequado.

Nascimento *et al.* (2006) investigaram a incidência de contaminantes microbiológicos em polpas de frutas *in natura* comercializadas em feiras livres de São Luís, MA. Em 40 amostras de diversas frutas, foram encontrados resultados adequados em relação à ausência de *Salmonella sp.* e de *Staphylococcus coagulase* positiva. Quanto à colimetria, 12% das amostras não se enquadraram aos padrões microbiológicos exigidos pela legislação em vigor, apresentando diversas enterobactérias patogênicas ao homem como *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter freundii*, *Erwinia uredovora* e *Proteus mirabilis*. O maior agravante foi que 100 % das amostras apresentaram contaminação com contagens de bolores e leveduras suficientes para a produção de micotoxina. Estes resultados demonstram a importância da pasteurização em polpas de frutas.

Feitosa *et al.* (1999) avaliaram a qualidade microbiológica de polpas de frutas congeladas de acerola, cajá e caju comercializadas nos estados da Paraíba e Pernambuco. Entre 71 amostras, 83,9 % atenderam ao padrão para bolores e leveduras e 2,8 % apresentaram coliformes fecais. Também foi observado que as amostras apresentaram contagem de aeróbias mesófilas dentro dos limites aceitáveis pela legislação e não foi detectada a presença de *Salmonella* nas amostras avaliadas.

Bueno *et al.* (2002) avaliaram a qualidade de polpas de frutas congeladas de marca comercial (cupuaçu, acerola, goiaba, cacau, manga, cajá, uva, caju, mamão, melão, abacaxi, siriguela, umbu, morango e açaí) e constataram que, do ponto de vista microbiológico, todas as amostras analisadas atendiam à legislação em vigor, embora não atendessem aos padrões físico-químicos fixados pela legislação.

## **2.9 Enzimas de importância no mamão**

Embora o mamão contenha várias enzimas como ácido ascórbico-oxidase, catalase, invertase, papaína, peroxidase e pectinesterase, somente as duas últimas são termorresistentes. Porém, em estudos com polpas de mamão, praticamente não foi detectada a atividade da peroxidase (GARCES, 1963; CZYHINCIW, 1969 apud MAGALHÃES, 1992).

Furtunato (2002) estudou a atividade da pectinesterase e peroxidase em polpas de diversas frutas. Para a polpa de mamão, não foi constatada a presença de peroxidase, enquanto que a pectinesterase apresentou-se em quantidade significativa e superior a de outras frutas. O estudo também mostrou que o pH afeta consideravelmente a atividade desta enzima.

### **2.9.1 Enzimas pectinolíticas (pectinases)**

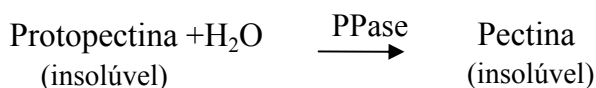
As pectinases ou enzimas pectinolíticas são enzimas que hidrolisam substâncias pécticas (JAYANI *et al.*, 2005). Os substratos para enzimas pécticas podem ser: pectinas (ou ácidos pectínicos), ácidos pécticos ou protopectinas. Segundo nomenclatura adotada pela

*American Chemical Society*, pectina ou ácidos pectínicos são designados por ácidos poligalacturônicos de variados teores de éster metílicos e diferentes graus de neutralização que apresentam propriedades coloidais e são capazes de formar gel, sob certas condições, quando em presença de açúcar ou ácido. Ácidos pectínicos são ácidos poligalacturônicos de natureza coloidal, mas necessariamente livres de grupos de éster metílicos. A protopectina é uma substância insolúvel em água, derivadas de substâncias pecticas que ocorrem em plantas, que, sob hidrólise ácida parcial, produz pectinas de vários tipos.

As enzimas pectinolíticas podem ser divididas em vários grupos, podendo ser classificadas pelo modo de ação. Desta forma, temos as desesterificantes (pectinesterases), as despolimerizantes (hidrolases e liases) e as protopectinases.

Sua classificação ainda pode ser baseada na preferência pelo substrato, como o ácido pectico ou pectato, que são os ácidos poligalacturônicos que não apresentam metoxilação e o ácido pectínico ou pectina, que são os ácidos poligalacturônicos que contêm quantidades variáveis de grupos metoxílicos (ALKORTA *et al*, 1997).

- *Protopectinases (PPase)*: Degradam a protopectina insolúvel, produzindo pectina solúvel altamente polimerizada. Também pode ser chamada de pectinosinase. A reação abaixo mostra a ação da protopectinase.

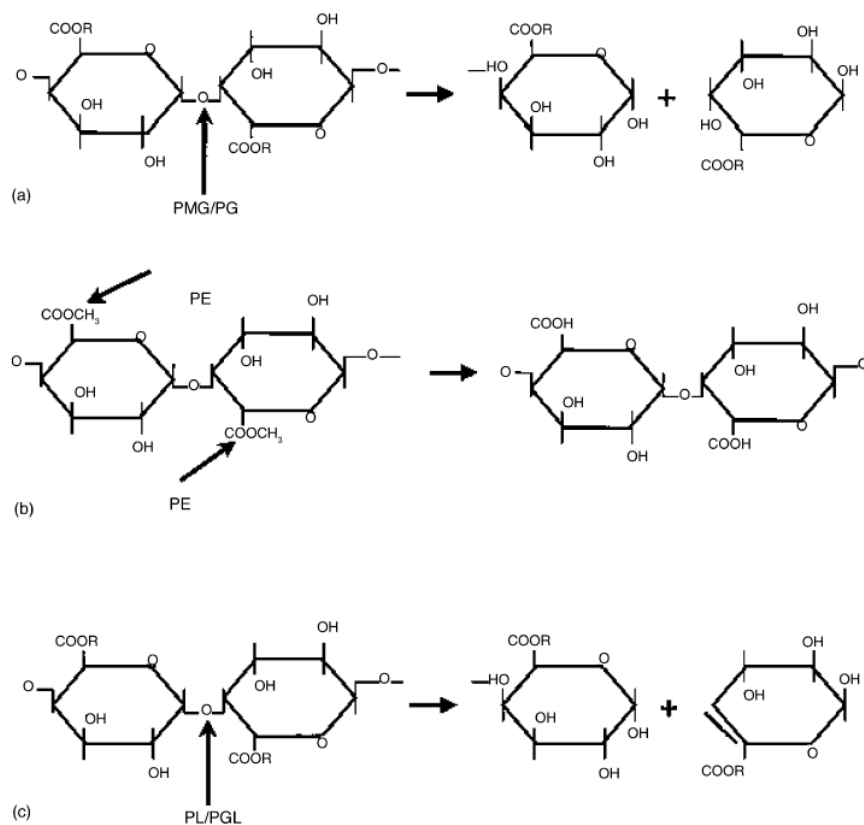


- *Pectinesterase (PE)*: A pectinesterase também referida como pectinametilesterase, pectase, pectina metoxilase, pertence ao grupo das esterases (ou desesterificantes). Catalisa a desesterificação de ésteres metílicos das ligações galacturônicas de substâncias pecticas, resultando em ácido pectico e metanol, conforme reação abaixo:



- *Poligalacturonases (PG)*: são enzimas que catalisam a clivagem hidrolítica das ligações glicosídicas  $\alpha(1-4)$  de ácidos poligalacturônicos, com introdução de água através de pontes de oxigênio. Pertence ao grupo das despolimerases / hidrolases. Elas estão entre as principais na família das pectinolíticas, sendo classificadas como endo-(randômica) e exo-(a partir do final da molécula), de ação e preferência por ácido pectico ou pectina como substrato.
- *Liases (ou transeliminases)*: Pertence ao grupo de despolimerases, participam da quebra não-hidrolítica de pectatos ou pectinatos, caracterizado pela divisão transeliminativa de polímeros pecticos.

A Figura 3 mostra o mecanismo de ação das pectinases nas substâncias pecticas.



**Figura 3.** Mecanismo de ação das pectinases (JAYANI *et al.*, 2005)

(a) R = H para PG e CH<sub>3</sub> para PMG; (b) PE; e (c) R = H para PGL e CH<sub>3</sub> para PL. A seta indica o lugar em que as pectinases reagem nas substâncias pécicas. PMG, polimetilgalacturonase; PG, poligalacturonase; PE, Pectinesterase; PL, pectiniliase.

## 2.9.2 As pectinesterases

As pectinesterases são amplamente distribuídas em vários vegetais. Elas têm sido isoladas de diferentes origens e apresentam diferentes propriedades cinéticas, até mesmo quando num mesmo fruto de variedade diferente (PRESSEY e AVANTS, 1972 apud FAYYAZ *et al.*, 1995).

A pectinesterase pode ser produzida por plantas, por bactérias patogênicas, e por fungos. Dentre os microrganismos produtores da pectinesterase, já foram citados *Rhodotorula sp.*, *Phytophthora infestans*, *Erwinia chrysanthemi*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Lachnospira pectinoschiza*, *Pseudomonas solanacearum*, *Aspergillus niger*, *Lactobacillus lactis subsp. Cremoris*, *Penicillium frequentans*, *E. chrysanthemi*, *Penicillium occitanis*, *A. japonicus*, entre outros. Sua ocorrência pôde ser constatada em vegetais como: mamão (*Carica papaya* L.), tomate (*Lycopersicum esculentum*), maçã (*Prunus malus*), uva (*Vitis vinifera*), frutas cítricas (*Citrus sp*), sapota (*Pouteria sapota*), acerola (*Malpighia glabra* L.), entre outros (JAYANI *et al.*, 2005).

A pectinesterase tem um papel fundamental na maturação do mamão. Ela converte a pectina de alto teor metoxílico em uma de baixo teor metoxílico, que por sua vez são hidrolisados em pectato, amaciando o tecido vegetal durante o processo de amadurecimento

(JIANG *et al.*, 2003). Por outro lado, atua sobre os grupos metoxílicos da pectina retirando-os e transformando-os em ácido péctico, que se liga ao cálcio presente na polpa, gelificando-a.

A pectinesterase possui uma importante influência na qualidade do mamão processado, uma vez que num curto período após o despulpamento e processamento em forma de purê, a polpa tende a formar um gel (MAGALHÃES, 1992).

Jayani *et al.* (2005) descreveram em seu trabalho algumas propriedades das pectinesterases e seu modo de ação. O modo de ação da pectinesterase depende da origem da enzima. A pectinesterase fúngica age através de um mecanismo de multicadeia, removendo os grupos metílicos randômicos. Já a pectinesterase produzida por vegetais tende a agir tanto na extremidade não-redutora quanto no grupo carboxila livre, e prossegue ao longo da molécula por um mecanismo de cadeia simples. A atividade da pectinesterase é maior na pectina com teor de metoxilação entre 65-75 %, desde que a enzima tenha ação no grupo metoxila adjacente ao grupo carboxila. A ação da pectinesterase na viscosidade tem um efeito muito pequeno em soluções sem a presença de íons divalentes.

As pectinesterases são enzimas muito específicas. Algumas atacam somente na parte redutora enquanto outras atacam nas extremidades não-redutoras.

A faixa de pH de atividade da pectinesterase pode variar entre 4,0 e 8,0. As pectinesterases de origem fúngica tem uma faixa ótima de pH menor que as de origem bacteriana. A faixa ótima de temperatura para o máximo de atividade da maioria das pectinesterases está entre 40 e 50° C.

Estudos mostraram que as pectinesterases presentes em frutas apresentam isoenzimas com estabilidades térmicas diferentes. Em frutas cítricas, foram detectadas duas frações termolábeis, com moléculas de menor diâmetro, e outra fração termorresistente com moléculas de maior diâmetro, mas que representavam apenas 5 % da atividade enzimática total (VERSTEEG *et al.*, 1980). Este fato também foi observado por Magalhães (1992) em seu trabalho com polpa de mamão, em que as curvas de inativação térmica da pectinesterase a 75 °C, 77 °C e 80 °C indicaram a existência de duas frações da pectinesterase, uma termolábil e outra termorresistente.

Num estudo com suco de laranja, verificou-se que a inativação não foi linear, indicando a presença de frações com diferentes estabilidades térmicas (WICKER e TEMELLI, 1988 apud MAGALHÃES, 1992).

Segundo Versteeg *et al.* (1980), as propriedades cinéticas das pectinesterases dependem da temperatura e pH. Normalmente, utiliza-se tratamento térmico e / ou combinação de calor e pH. Nos estudos realizados com suco de laranja, Rouse e Atkins (1952, 1953) constataram que a redução do pH favorece a inativação da pectinesterase em temperaturas mais baixas.

Lund (1975, apud Magalhães, 1992) relataram que nas isoenzimas termorresistentes, o valor de Z (constante de resistência térmica) pode ser de duas a quatro vezes maior que o das isoenzimas termolábeis.

Van Den Broeck *et al.* (1999) estudaram a inativação térmica da pectinesterase em suco de laranja e verificaram que a presença de íons Ca<sup>2+</sup> acelera o processo de inativação.

É fundamental conhecer os parâmetros como temperatura e pH ótimos da enzima, de modo a proteger e melhorar a firmeza e textura de várias frutas processadas (CASTALDO *et al.*, 1989).

## 2.10 Processamento térmico de alimentos

O tratamento térmico continua sendo 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, pasteurização, esterilização, desidratação e evaporação.

O branqueamento é considerado um pré-tratamento e tem, como principal objetivo, a inativação de enzimas em frutas e hortaliças (inteiras ou em pedaços) antes de efetuar processamentos posteriores. Consiste no aquecimento do alimento a uma determinada temperatura, mantido durante um tempo e rapidamente resfriado a temperatura ambiente. Podem ser utilizados branqueadores a vapor ou água quente (FELLOWS, 2006).

Esterilização pelo calor é um processo pelo qual o alimento é aquecido por um tempo e temperatura suficientes para destruir a atividade microbiana e enzimática. Neste caso o alimento alcança a esterilidade comercial. O conceito de esterilidade comercial está associado à ausência de microrganismos capazes de crescimento e deterioração do produto nas condições normais de armazenamento, ou à ausência de microrganismos patogênicos capazes de proliferar no alimento (FELLOWS, 2006; CANADA, 1976 apud GONÇALVES e GERMER, 1995).

A pasteurização é um processo que elimina parte dos microrganismos presentes, principalmente os patogênicos ao homem, além de inativar enzimas. A pasteurização deve ser associada a outros processos de conservação como a refrigeração, congelamento, uso de conservantes químicos e embalagens herméticas. O binômio tempo / temperatura escolhido para o processo 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 (HTST), pois causam menor dano ao produto (QUEIROZ e MENEZES, 2005).

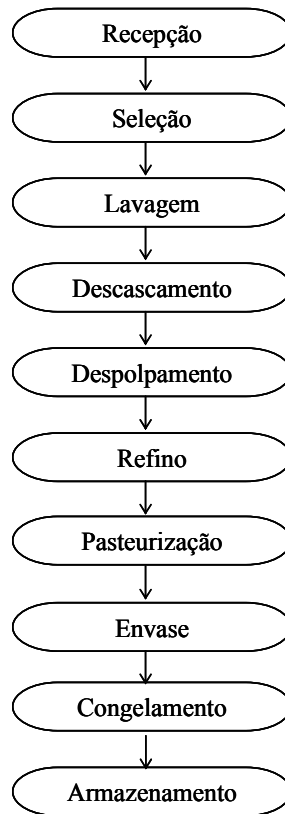
A intensidade do tratamento térmico aplicado depende dos tipos de microrganismos presentes, na sua capacidade de proliferação e das condições ambientais que irão prevalecer durante o armazenamento do alimento. Desta forma, os tratamentos podem ser diferenciados em dois tratamentos básicos: esterilização (para alimentos de baixa acidez) e pasteurização (para alimentos ácidos ou muito ácidos) (GONÇALVES e GERMER, 1995).

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

Segundo Soler *et al.* (1985), a pasteurização de polpa de fruta normalmente é realizada em trocadores de calor dos tipos tubular ou superfície raspada, sendo utilizadas temperaturas entre 90 – 94°C por 45-60 segundos.

Os métodos para fabricação de polpa também dependem dos processos finais de conservação do produto, podendo ser utilizados o processo *hot fill* (enchimento a quente), processo asséptico, congelamento ou combinação com aditivo químico (TOCCHINI *et al.* 1995).

O processo de conservação de polpa de fruta congelada, precedida de pasteurização e sem adição de conservantes químicos, tem sido o mais utilizado. As principais etapas envolvidas nesse processo estão apresentadas na Figura 4.

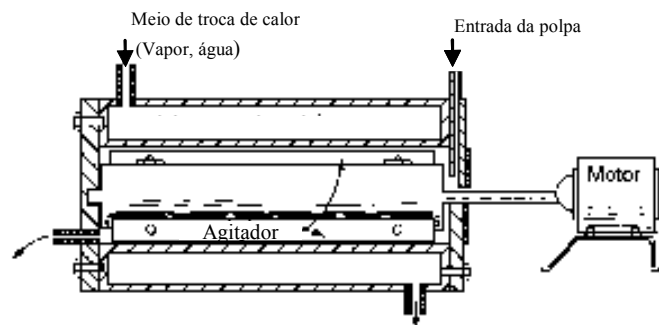


**Figura 4.** Etapas de produção de polpa de fruta pasteurizada congelada (ROSENTHAL *et al.*, 2003)

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, podem-se utilizar pasteurizadores de placas. Em ambos os tipos, o método de transmissão de calor é indireto, ou seja, o produto não entra em contato com o vapor ou água de aquecimento. Em relação à etapa de congelamento, podem ser utilizados armários de congelamento com ou sem ventilação forçada, sistemas de congelamento rápido com nitrogênio líquido, e sistemas de congelamento rápido com solução criogênica (ROSENTHAL *et al.*, 2003).

O pasteurizador de superfície raspada é utilizado para a pasteurização de alguns alimentos líquidos (FELLOWS, 2006), mas é recomendado para a pasteurização de produtos viscosos. O tratamento consiste na passagem do produto por um cilindro encamisado dotado de aletas, que giram constantemente, movimentando o produto em contato com a superfície aquecida, facilitando a transferência de calor (TOLEDO, 2007). A Figura 5 apresenta o esquema de um pasteurizador de superfície raspada.





**Figura 5.** Esquema de um trocador de calor de superfície raspada (TOLEDO, 2007)

## 2.11 Planejamentos experimentais

Os planejamentos experimentais, baseados em princípios estatísticos, estão sendo amplamente utilizados em pesquisas de processamento térmico de alimentos. Eles foram utilizados por Lopes (2005) no estudo do processamento de néctar misto de pitanga e acerola; por Mattietto (2005) em processamento térmico de néctar misto de cajá e umbu e por Oliveira (2006) em processamento térmico de polpa de umbu.

Segundo Box *et al.* (1978, apud BARROS NETO *et al.*, 2007), os planejamentos fatoriais de dois níveis são muito úteis em investigações preliminares, quando queremos saber se determinados fatores têm ou não influência sobre a resposta.

Os planejamentos fatoriais completos permitem estudar vários fatores de uma vez, bem como as possíveis interações entre eles, empregando um número mínimo de experimentos (BARROS NETO *et al.*, 2007).

O planejamento fatorial é uma técnica bastante utilizada quando se tem duas ou mais variáveis independentes (fatores). Ele permite uma combinação de todas as variáveis em todos os níveis, obtendo-se assim uma análise de uma variável, sujeita a todas as combinações das demais (CALADO e MONTGOMERY, 2003).

## 2.12 Análise sensorial

Entre os testes mais importantes da análise sensorial está o teste de aceitação ou preferência, o qual utiliza o consumidor como instrumento de medida e permite obter informações sobre o grau com que as pessoas gostam ou não de um determinado produto. A escala hedônica de nove pontos é a mais utilizada para testes de aceitação, devido à confiabilidade dos resultados e a fácil compreensão da ficha pelos consumidores (STONE e SIDEL, 1993).

Os resultados de testes afetivos vêm sendo tratados por análise de variância e comparação de médias. Porém, esta análise global considera conjuntamente as avaliações de todos os consumidores, assumindo que todos apresentam o mesmo comportamento e

desconsidera as individualidades de cada um. Uma técnica utilizada para solucionar este problema é a técnica do Mapa Interno de Preferência (MIP), que tem como objetivo analisar os dados afetivos, levando-se em consideração a resposta individual de cada consumidor (POLIGANO, 2000 apud DANTAS 2004).

A técnica intitulada Mapa Interno da Preferência é um tratamento multidimensional dos dados afetivos, baseada na Análise de Componentes Principais e Análise de Segmentos (GREENHOFF; MacFIE, 1994; YACKINOUS; WEE; GUINARD, 1995; apud MARCELLINI, 2005).

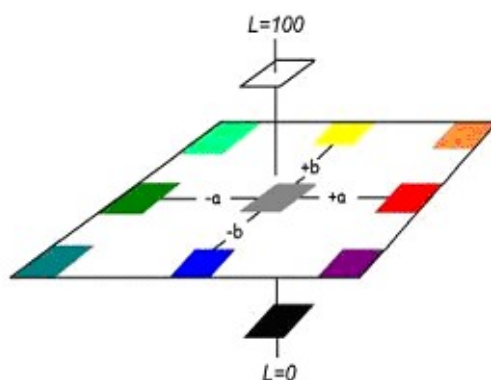
O Mapa de Preferência é frequentemente empregado para identificar grupos de consumidores que respondam uniformemente e que diferem de outros grupos pelas suas características sócio-demográficas ou pelas respostas para os atributos do produto (WESTAD *et al.*, 2004).

### 2.13 Cor instrumental

Entre todos os cinco sentidos, a visão desempenha um importante papel nas experiências e escolhas do dia a dia. Na compra de um alimento não é diferente e um dos fatores que mais influenciam na aceitação ou a rejeição de um produto é a aparência. Durante o processamento de alimentos frescos, os processos empregados como aquecimento, secagem e congelamento podem mudar a estrutura do pigmento tornando o produto menos atrativo ao consumidor (MacDOUGALL, 2002). Segundo Hutchings (2002) existe uma concepção comum entre os cientistas de alimentos de que a cor de um produto é o fator visualmente perceptível que mais influencia na escolha do consumidor.

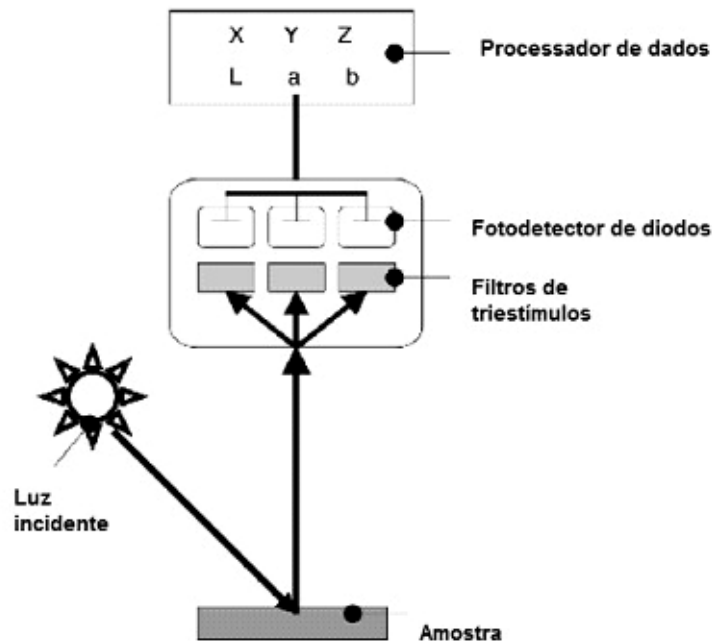
Entre os sistemas existentes para avaliar a cor instrumentalmente, os mais utilizados são o *Cie Lab System* e o *Hunter Lab System*. No sistema *Hunter Lab*, a coordenada  $L$  está relacionada com a luminosidade, o parâmetro “ $a$ ” do verde ao vermelho e o parâmetro “ $b$ ” do azul ao amarelo. O sistema *Cie Lab* vem substituindo o *Hunter Lab* em aplicações industriais e pesquisas, porém o *Hunter Lab* ainda possui razões econômicas para continuar sendo utilizado na indústria e pesquisas de alimentos. No *Cie Lab*, as coordenadas  $L^*$  (luminosidade), “ $a^*$ ” (verde – vermelho) e “ $b^*$ ” (azul-amarelo) são utilizados para definir a localização de cada cor no espaço (MacDOUGALL, 2002).

A Figura 6 representa o espaço definido pelo sistema *Hunter Lab*.



**Figura 6.** Representação do espaço de cores no sistema Hunter (Hunter Associates Laboratory, 2001)

Joshi (2002) descreveu os princípios da medida da cor por reflectância. Uma fonte incide a luz em determinado objeto que irá refleti-la de acordo com suas características físico-químicas. A luz é refletida em certo comprimento de onda e passa pelo filtro de triestímulos, que correspondem às três cores primárias do espectro (verde, vermelho e azul). Os detectores medem a quantidade de luz que passou por cada filtro na forma de X, Y, Z. Por fim, estes dados são transformados nos parâmetros  $L$ ,  $a$  e  $b$ . A Figura 7 representa o esquema de funcionamento de um colorímetro.

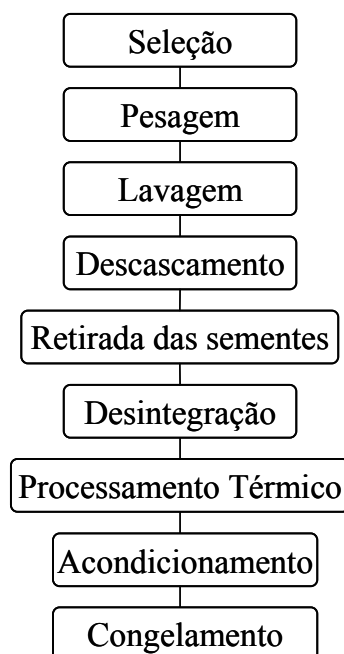


**Figura 7.** Representação de medida da cor por reflectância (JOSHI, 2002)

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Matéria-prima

Frutos de mamão Formosa (*Carica papaya* L.) provenientes de Linhares (ES) foram adquiridos no Ceasa – RJ e armazenados em câmara fria a 16°C até atingir o estágio de maturação desejado. As etapas da obtenção da polpa são apresentadas na Figura 8.



**Figura 8.** Etapas de obtenção da polpa de mamão

A seleção foi realizada com o objetivo de retirar os frutos com injúrias mecânicas e contaminação por fungos. Também foram selecionados quanto ao estágio de maturação.

Em seguida foram lavados com água clorada (200 ppm de cloro residual livre por 15 minutos).

O descascamento foi realizado através de descascadores manuais e as sementes retiradas, manualmente, com auxílio de colheres. Os procedimentos foram realizados em mesa de aço inox previamente higienizada, e os manipuladores utilizaram luvas descartáveis e toucas para cabelo.

A operação de desintegração dos frutos foi realizada em despulpadeira elétrica da marca ITAMETAL - Bonina 0,25 df. A polpa *in natura* foi acondicionada em embalagens plásticas de 5 L e submetidas a congelamento rápido em câmara de congelamento a -18 °C, para posterior processamento.

### 3.2 Planejamento experimental

Os experimentos foram realizados seguindo um ensaio fatorial completo  $2^2$ , com três repetições no ponto central. Este planejamento foi realizado investigando-se um ajuste para o modelo linear. Foram estudadas duas variáveis independentes: temperatura (T) e tempo (t) de processo, numa região de observação entre 75 °C e 95 °C / 20 e 60 segundos (s). As combinações de tratamento são apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3.** Combinações de tratamentos obtidas através do planejamento fatorial completo com ponto central.

ENSAIO	NÍVEIS DE TEMPERATURA		NÍVEIS DE TEMPO	
	Variáveis codificadas (X1)	Temp. (°C)	Variáveis codificadas (X2)	Tempo (s)
1	-1	75	-1	20
2	-1	75	1	60
3	0	85	0	40
4	0	85	0	40
5	0	85	0	40
6	1	95	-1	20
7	1	95	1	60

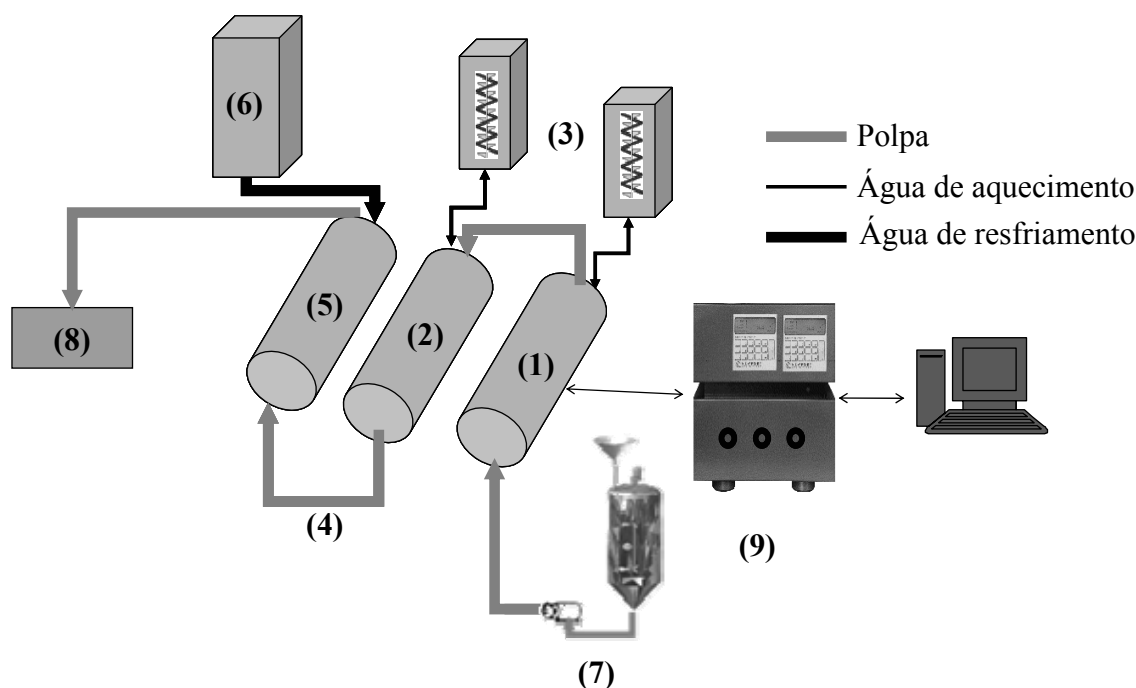
### 3.3 Processamento térmico

A polpa *in natura* foi descongelada sob refrigeração e processada em trocador de calor de superfície raspada, da marca ARMFIELD tipo FT 25 D para produtos viscosos (Figura 9). O sistema foi composto de três trocadores, englobando a seção de pré-aquecimento, aquecimento, retenção e resfriamento.



**Figura 9.** Sistema de pasteurização ARMFIELD

A Figura 10 mostra o esquema do sistema de pasteurização utilizado, com trocadores de calor de superfície raspada.

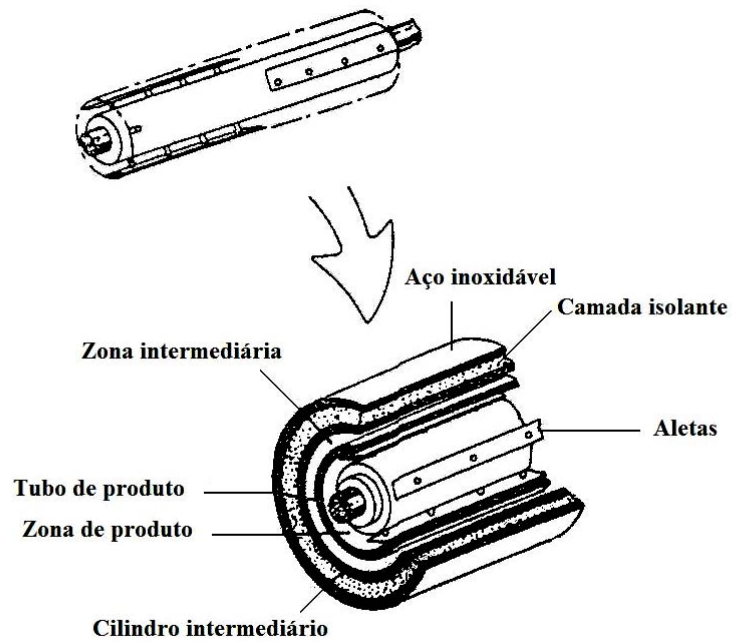


**Figura 10.** Esquema de funcionamento do sistema de pasteurização

(1) seção de pré-aquecimento; (2) seção de aquecimento; (3) sistema de aquecimento elétrico de água; (4) seção de retenção; (5) seção de resfriamento; (6) torre de resfriamento externa; (7) bomba; (8) sistema de envase, (9) painel de controle

O meio utilizado na seção de pré-aquecimento (1) e aquecimento (2) é água deionizada pressurizada, que é aquecida através de um sistema elétrico com resistência (3) e fica em constante recirculação, trocando calor com o produto. A temperatura requerida pelo processo é regulada de acordo com a pressão do sistema. O tempo de processo é regulado através do comprimento da seção de retenção (4), sendo relacionado com a vazão do sistema. A seção de resfriamento (5) é alimentada por água fornecida por uma torre de resfriamento externa (6). A polpa é impulsionada no sistema através de uma bomba (7). Na saída da seção de resfriamento, a polpa é enviada para o sistema de envase (8). A temperatura é controlada por termopares localizados em pontos estratégicos do sistema. Os parâmetros do processo (temperatura e pressão do sistema) são ajustados através de um painel de controle (9), que remete os dados para um computador.

Na Figura 11, é possível observar o corte de um trocador de calor de superfície raspada. O meio de aquecimento ou resfriamento passa pela “zona intermediária” e, indiretamente, troca calor com o produto que passa pela “zona do produto”, sendo movimentado pelas aletas raspadoras que giram por meio de um rotor.



**Figura 11.** Detalhes do trocador de calor de superfície raspada (SINGH E HELDMAN, 1997)

Finalmente, a polpa pasteurizada foi envasada em sistema ultralimpo, apresentado na Figura 12, sendo acondicionadas em embalagens de vidro previamente esterilizadas em autoclave. As amostras foram congeladas a  $-18^{\circ}\text{C}$  para posteriormente serem analisadas.



**Figura 12.** Sistema de envase ultralimpo

### 3.4 Análises físico-químicas e bioquímicas

#### 3.4.1 Caracterização da polpa de mamão *in natura*

- *Umidade*: A análise de umidade foi realizada por secagem em estufa a vácuo até peso constante, conforme método 920.151 (AOAC, 2005).
- *Minerais*: A análise dos minerais ferro, potássio, fósforo e cálcio e sódio foi realizada por mineralização por cinzas, conforme os métodos 999.11 e 9.2.39 (AOAC, 2005).
- *Cinzas*: A análise de cinzas foi realizada conforme o método 940-03 (AOAC, 2005), com calcinação da matéria orgânica após carbonização da amostra.
- *Extrato etéreo*: A determinação do extrato etéreo foi realizada pela hidrólise ácida conforme o método 922.06 (AOAC, 2005), adaptado para matriz em análise.
- *Proteína*: A análise do nitrogênio total foi realizada conforme metodologia AACC-1995, método 46.13 com modificações. Utilizou-se o método Kjeldahl tradicional com catalisador Se metálico, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CuSO<sub>4</sub> e titulante H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 N.
- *pH e acidez titulável*: A determinação do pH e da acidez titulável das polpas *in natura* e processadas (expressa em g de ácido cítrico / 100 g de polpa) foram realizadas utilizando titulador automático Metrohm<sup>®</sup> 785 DMP Titrimo, conforme AOAC (2005).
- *Sólidos Solúveis*: O teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado em refratômetro de *Abbé*, com correção de temperatura, segundo metodologia da AOAC (2005).

#### 3.4.2 Quantificação e identificação de carotenóides

A análise de carotenóides foi realizada segundo o método proposto por Rodriguez-Amaya (2001). A extração foi realizada conforme o método descrito por Sentanin e Rodriguez-Amaya (2007). A amostra foi extraída com acetona e celite. Após maceração da amostra em gral, a mistura foi filtrada em funil de vidro sinterizado e o extrato recolhido em kitassato por sucção. A celite foi levada novamente ao gral, sendo a etapa repetida até que o resíduo se tornasse incolor. O extrato obtido foi particionado em éter de petróleo em funil de separação, lavando-o várias vezes com água Milli-Q<sup>®</sup>, sendo a fase água-acetona descartada. Em seguida, foi realizada a saponificação dos carotenóides com solução a 10 % de KOH em metanol (em volume igual ao extrato) e adicionados aproximadamente 0,3 g de butil-hidroxi-tolueno (BHT). A mistura permaneceu no escuro durante 16 horas em temperatura ambiente. Esta mistura foi levada a um funil de separação com éter etílico e éter de petróleo, sendo lavados com água Milli-Q<sup>®</sup> 4 ou 5 vezes até que não houvesse mais resíduos do álcali. A fase etérea foi separada da fase aquosa e passada através de um funil contendo sulfato de sódio anidro para remoção de qualquer resíduo de água, recolhendo o extrato em balão volumétrico.

A quantificação dos carotenóides totais foi obtida por leitura em espectrofotômetro, com espectro na região do visível, considerando comprimentos de onda de absorção máximos ( $\lambda_{\text{máx}} = 450 \text{ nm}$ ).

A identificação dos carotenóides foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). Os extratos finais da polpa foram secos em nitrogênio e diluídos em



acetona, sendo injetados em cromatógrafo Waters® com detector de arranjo de fotodiodo, dotado de degaseificador de linha e injeção automática (Autosampler 717 Plus). A separação foi realizada em coluna C30 (YMC Carotenoid 3 um (4,6 x 250 mm)), sendo a fase móvel composta por 80 % de metanol e 20 % de éter metil t-butílico, e temperatura de operação do sistema de 33 °C. A identificação dos carotenóides foi determinada pelos tempos de retenção.

### **3.4.3 Quantificação de vitamina B<sub>1</sub> (Tiamina) e B<sub>2</sub> (Riboflavina)**

A extração da amostra para Vitamina B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub> foi realizada através da homogeneização da amostra em ultrassom por 5 minutos e tratamento com HCl 0,1 M durante 30 minutos a 121 °C em autoclave. Em seguida foi resfriada em banho de gelo e ajustou-se o pH para 4 com acetato de sódio 2,5 M. A amostra foi submetida à reação com enzima takadiastase em banho a 38 °C por 16 horas. Após resfriamento, a amostra foi filtrada e transferida para balão volumétrico completando-se o volume com HCl 0,1 M.

A quantificação de vitamina B<sub>1</sub> foi obtida por CLAE, conforme o European Committee For Standardization (2003). Foram utilizados coluna C18 (4,6 x 150 mm) e sistema Waters – Alliance® 2695, com detector de fluorescência Waters® 474. A fase móvel foi composta por 60 % de hexanossulfato de sódio ou 25 mM e 40 % de metanol, com eluição isocrática. Foi realizada derivatização pós-coluna com ferricianeto de potássio, com objetivo de formar o composto tiocromo.

A quantificação de vitamina B<sub>2</sub> foi obtida através de CLAE, conforme o European Committee For Standardization (2003) modificado. A separação foi realizada em coluna C18 (4,6 x 150 mm), sendo utilizado o sistema Waters – Alliance® 2695, com detector de fluorescência Waters® 474. A fase móvel foi composta por 70 % de água Milli-Q® e 30 % de Metanol, com eluição isocrática.

### **3.4.4 Quantificação de vitamina C**

A quantificação da Vitamina C foi realizada através de CLAE utilizando coluna de troca iônica, conforme metodologia proposta por Rosa (2005). O preparo da amostra consistiu em homogeneização, pesagem, extração com ácido sulfúrico suprapuro 0,05 M em ultrassom por 10 minutos, diluição, filtração em unidade filtrante de Teflon® hidrofílico e injeção no sistema cromatográfico. Foi utilizada coluna de troca iônica BioRad Aminex® HPX-87H e, como fase móvel, ácido sulfúrico 0,05 M suprapuro. A detecção foi realizada através de detector de arranjo de diodos e o cromatograma extraído do espectro a 243 nm.

### **3.4.5 Quantificação de açúcares**

Os teores de sacarose, frutose e glicose foram determinados segundo Mello e Castro (1999), por separação cromatográfica em coluna de troca iônica e quantificação por CLAE, utilizando o método de padronização externa. A extração da amostra foi realizada com água Milli-Q® e filtração. Foi utilizada coluna Bio Rad HPX 87C (30 cm X 7,8 mm) e, como fase móvel, água com 0,001 % de trietilamina. Foi utilizado um sistema composto de bomba Shimadzu® 10 A e detector de índice de refração Waters® 410.

### 3.4.6 Análise da atividade antioxidante

A determinação da atividade antioxidante foi realizada conforme Re *et al.* (1999). O método se baseia na descoloração do radical ABTS<sup>+</sup> [ácido 2,2-azinobis-(3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico) diamônio], com leitura em espectrofotômetro. O radical ABTS<sup>+</sup> foi gerado através da reação da solução aquosa de ABTS 7 mM com solução de persulfato de potássio Sigma-Aldrich<sup>®</sup> 140 mM durante 20 horas em ambiente escuro. Antes da leitura, o radical foi diluído em etanol, de modo a obter absorvância de  $0,7 \pm 0,02$  a 734 nm.

A obtenção do extrato foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Rufino *et al.* (2007), com adaptações. Na primeira etapa, a amostra foi extraída em metanol 50 %, mantida em repouso por 1 hora e centrifugada a 10000 rpm por 15 minutos. O sobrenadante foi recolhido em balão volumétrico. O resíduo da amostra foi tratado com solução de acetona a 50 % por 1 hora, centrifugada e recolhida juntamente com o primeiro extrato, completando o volume do balão com água destilada.

A quantificação foi obtida através da reação do extrato da amostra com o radical ABTS<sup>+</sup> durante 6 minutos, sendo a leitura da absorvância realizada em espectrofotômetro a 734 nm. Os resultados foram relacionados com a curva padrão de Trolox, sendo expressos em capacidade antioxidante equivalente ao trolox (TEAC) em  $\mu\text{mol} / \text{g}$  de amostra.

### 3.4.7 Análise de compostos fenólicos totais

A quantificação de compostos fenólicos totais foi realizada conforme o método proposto por Singleton e Rossi (1965). A extração foi realizada em solução de acetona a 70 % com agitação por 30 minutos e posterior filtragem. O filtrado foi diluído na razão de 1 : 10 e submetido à reação com a solução de Folin-Ciocalteu (alcalinizado com solução de carbonato de sódio) durante 17 minutos em banho a 50 °C. A leitura foi realizada em espectrofotômetro Bioespectro<sup>®</sup>, na região do visível a 760 nm. As leituras obtidas foram relacionadas com a curva padrão de ácido gálico, sendo o resultado expresso em mg equivalentes de ácido gálico / 100 g de amostra.

### 3.4.8 Análise enzimática: medida da atividade da pectinesterase

A medida da atividade da pectinesterase foi realizada pelo método descrito por Rouse e Atkins (1952), e Kertesz (1955). Esta metodologia, que foi utilizada com adaptações por Magalhães (1992) em polpa de mamão, Fayyaz *et al.* (1995) em polpa de mamão, Kim *et al.* (1999) em suco de laranja e Badolato (2000) em suco de laranja, se baseia na titulação dos grupos carboxílicos liberados na reação do extrato enzimático em solução de pectina cítrica.

A obtenção do extrato foi realizada conforme Cano *et al.* (1995) e Fayyaz *et al.* (1995) com adaptações, através da homogeneização da amostra em solução tampão fosfato de sódio 0,02 M contendo 1 M de NaCl e pH 7,5. A solução foi homogeneizada a 10000 rpm durante 3 minutos em banho de gelo, com auxílio de homogeneizador Turrax<sup>®</sup>. O extrato obtido foi filtrado em papel de filtro qualitativo de filtração rápida.

A titulação foi realizada através de titulador automático Mettler<sup>®</sup> modelo DL 21, utilizando a função pH Stat. Uma alíquota do extrato foi adicionada a 50 g da solução de pectina a 1 % (Fluka – Sigma-Aldrich<sup>®</sup>) e 0,2 M de NaCl (Sigma-Aldrich<sup>®</sup>), mantendo-se o pH a 7,5 e temperatura de 30 °C, durante o tempo de reação de 10 minutos, sendo titulada com NaOH 0,05 M. A atividade da pectinesterase foi calculada conforme a Equação 5.

A unidade (u) é definida como o número de miliequivalentes de éster hidrolizado por minuto, a pH 7,5 e temperatura de 30 °C.

$$PEu \times 10^4 / g_{AMOSTRA} = \frac{M_{NaOH} \times V_{NaOH}}{\text{Tempo de reação} \times m_{AMOSTRA}} \times 10^4 \quad \text{Equação 4}$$

onde:

$M_{NaOH}$  = molaridade da solução de NaOH padronizada

$m$  = massa da amostra na alíquota do extrato

$V_{NaOH}$  = volume do titulante

### 3.5 Análises microbiológicas

A pesquisa de *Salmonella sp.* foi realizada conforme metodologia descrita por Flowers *et al.* (1992) e Andrews *et al.* (2001). A fase de pré-enriquecimento foi realizada em caldo lactosado (25 g de amostra em 225 mL por 24 horas a 35°C). O enriquecimento seletivo foi realizado transferindo-se 0,1 mL da amostra pré-enriquecida para 10 mL de caldo Rappaport-Vassiliadis (com incubação a 42 ± 0,2 °C por 24 ± 2 horas em banho-maria) e 1 mL de amostra para 10 mL de caldo tetracionato (35 °C ± 2 °C por 24 ± 2 horas em BOD). Após incubação, foi realizado o plaqueamento seletivo através do estriamento do cultivo em placas com ágar xilose lisina desoxicolato e ágar entérico Hektoen, sendo paralelamente realizado o estriamento de cepa referência de *Salmonella* em cada meio utilizado. As placas foram incubadas a 35 °C por 24 horas para verificação da presença de colônias típicas.

A contagem de coliformes a 45°C foi realizada pela técnica do número mais provável, de acordo com a metodologia da APHA (2001). A fase presuntiva foi realizada em caldo Lauril Sulfato Triptose (LST), com 3 séries de diluição subsequentes em triplicata, sendo incubados a 35 °C por 48 horas. Após verificação da presença de gás nos tubos de *Duham*, foram transferidas alçadas de cada tubo positivo de LST para tubos contendo caldo EC, sendo incubados a 45 °C por 24 horas. Para os tubos positivos com presença de gás, verificou-se o número correspondente na tabela de Número Mais Provável (NMP) e o resultado foi expresso em NMP de coliformes a 45°C por grama de amostra.

A contagem de fungos filamentosos e leveduras foi realizada através da técnica de plaqueamento em profundidade (APHA, 2001), utilizando como meio o Ágar Dextrose Vermelho de Bengala (DRBC). Para cada diluição houve plaqueamento em duplicata. As placas foram incubadas a 25 °C por 5 dias. Após contagem, os resultados foram expressos em UFC por grama de amostra.

### 3.6 Avaliação instrumental da cor

A análise instrumental de cor foi realizada por reflectância no S & M Colour Computer modelo SM - 4 - CH da Suga, no sistema Hunter, com abertura de 30 mm de diâmetro. Os parâmetros de cor medidos em relação à placa branca (L = 90,21; a = -2,32; b = 1,37) foram:

- L = luminosidade (0 = preto e 100 = branco)
- a (-80 até zero = verde, do zero ao +100 = vermelho)
- b (-100 até zero = azul, do zero ao +70 = amarelo)

- $\Delta E$  (diferença total de cor) =  $\sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$  Equação 5

Foram realizadas quatro repetições da leitura da amostra, dispostas em placa de Petri com 5 cm de diâmetro e 2 cm de altura.

### 3.7 Análise sensorial

A análise sensorial da polpa de mamão foi realizada através de teste de aceitação/preferência e intenção de compra com 112 consumidores, através de escala hedônica estruturada, conforme Anexo A. O teste foi realizado com auxílio do software Fizz<sup>®</sup>.

Para a análise de aceitação, a escala variou de “1” (desgostei muitíssimo) a “9” (gostei muitíssimo). Para intenção de compra, a escala variou de “1” (definitivamente não compraria) a “7” (definitivamente compraria).

Os consumidores também responderam a um questionário (Anexo B) sobre as características sócio-demográficas e frequência de consumo de mamão.

Para o testes, foram escolhidos 2 pontos do planejamento, considerando aqueles em que ocorreu a maior inativação enzimática e microbiana, além da polpa *in natura*. Também foram utilizadas 4 polpas de marcas comerciais, totalizando 7 amostras.

Foram preparados néctares com as polpas adquiridas, de acordo com a formulação desenvolvida por Shinagawa (2009), que estudou a melhor diluição e doçura para o néctar de mamão. O preparo foi realizado com 42 % de polpa, 6,7 % de açúcar e 51,3 % de água. As amostras foram servidas refrigeradas.

Os resultados foram analisados através de análise de variância com intervalo de confiança de 95 % e teste de Fisher ao nível de 5%. Também foi realizado um mapa interno de preferência (MIP) através de análise de componentes principais e análise de segmentos. O tratamento estatístico foi realizado com auxílio do *software* XLSTAT<sup>®</sup>.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização físico-química da polpa de mamão *in natura*

A caracterização físico-química e a composição de minerais são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Caracterização físico-química da polpa de mamão *in natura*

	<b>Conteúdo (Média ± desvio padrão)</b>
<i>Cinzas (g / 100 g)</i>	0,55 ± 0,05
<i>Extrato Etéreo (g / 100 g)</i>	0,89 ± 0,01
<i>Nitrogênio Total (g / 100 g)</i>	0,06 ± 0,00
<i>Umidade (g / 100 g)</i>	90,98 ± 0,56
<i>Proteína*(g / 100 g)</i>	0,38 ± 0,00
<i>Sódio (g / 100 g)</i>	2,43 ± 0,36
<i>Fósforo (mg / 100 g)</i>	8,25 ± 0,14
<i>Potássio (mg / 100 g)</i>	189,92 ± 1,78
<i>Cálcio (mg / 100 g)</i>	13,75 ± 0,07
<i>Ferro (mg / 100 g)</i>	ND**

\*Proteína = Nitrogênio total x 6,25

\*\*Não detectado

Embora o conteúdo mineral dos frutos sofra influência direta das características do solo e da região geográfica de cultivo, foi observada uma similaridade entre os teores encontrados por Wall (2006) para frutos de mamão *Sunrise* provenientes do Havaí, que apresentaram teores entre 5 - 8 mg /100g de fósforo, 173 – 221 mg / 100 g de potássio e 12 - 20 mg / 100 g de cálcio.

O conteúdo mineral também está de acordo com a tabela de composição de alimentos do NEPA, que apresenta 11 mg /100 g para fósforo, 3 mg / 100 g para sódio e 222 mg / 100 g de potássio. Dentre os minerais pesquisados, o único que se destacou foi o potássio, representando aproximadamente 5 % da ingestão diária recomendada (IDR) pelo órgão americano para regulamentação de alimentos, *Food and Drug Administration* (FDA).

O teor da proteína total encontrado (0,38 g / 100 g) foi muito baixo, mas está de acordo com o valor encontrado por El-Aouar (2002), que encontrou 0,31 g / 100 g de polpa de mamão Formosa.

## 4.2 pH, sólidos solúveis e acidez titulável

Os resultados encontrados para pH, sólidos solúveis (SS) e acidez titulável são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5.** Resultados das análises de pH, sólidos solúveis e acidez titulável das polpas submetidas a diferentes condições de processo (média  $\pm$  desvio padrão)

Tratamentos	pH	SS* (°Brix)	Acido Cítrico (g / 100 g polpa)
<i>In Natura</i>	4,52 $\pm$ 0,02	9,5 $\pm$ 0,0	0,14 $\pm$ 0,00
75 °C / 20 s	4,47 $\pm$ 0,01	9,5 $\pm$ 0,1	0,13 $\pm$ 0,00
75 °C / 60 s	4,31 $\pm$ 0,01	9,3 $\pm$ 0,1	0,14 $\pm$ 0,00
85 °C / 40 s	4,25 $\pm$ 0,01	9,3 $\pm$ 0,0	0,16 $\pm$ 0,01
85 °C / 40 s	4,25 $\pm$ 0,04	9,4 $\pm$ 0,0	0,16 $\pm$ 0,00
85 °C / 40 s	4,31 $\pm$ 0,01	9,6 $\pm$ 0,1	0,15 $\pm$ 0,00
95 °C / 20 s	4,36 $\pm$ 0,00	9,5 $\pm$ 0,1	0,14 $\pm$ 0,00
95 °C / 60 s	4,39 $\pm$ 0,00	9,5 $\pm$ 0,0	0,14 $\pm$ 0,00

\*SS – sólidos solúveis a 20 °C

A acidez observada na polpa estudada está entre 0,13 e 0,16 g ácido cítrico /100 g polpa, valor inferior ao mínimo estabelecido pela legislação específica para polpa de mamão, que é de 0,17 g ácido cítrico /100 g polpa (BRASIL, 2000). Porém, a baixa acidez, que pode estar associada à maturação do fruto, não é um problema na produção industrial da polpa de mamão, uma vez que a legislação permite que seja adicionado acidulante como regulador de acidez.

O teor de SS encontrado na polpa de mamão estudada, que se apresentou abaixo do valor mínimo estabelecido para polpa de mamão (10 °Brix), pode ser justificado pelo fato do mamão ter sido colhido no inverno. Nesta época os valores de SS são menores quando comparados aos frutos colhidos no verão. Segundo Souza *et al.* (2005), há uma tendência dos frutos apresentarem teores maiores de SS nos meses de janeiro, o que pôde ser constatado no estudo das características de mamão *Golden* e *Formosa* colhidos em diferentes épocas.

Outro aspecto a ser considerado é a desigualdade na maturação do mamão, que pode ter influenciado no valor final da polpa após homogeneização. Almeida (2006), em estudo sobre armazenamento de mamão *Golden*, constatou que o teor de sólidos solúveis nas partes interna e externa do mesocarpo variou de 8,68 na parte externa até 11,4 °Brix na parte interna.

Os valores de pH observados (entre 4,27 e 4,52) foram mais baixos que os encontrados por Pinto (2007), que estudou as características de mamão minimamente processado e encontrou valores de pH entre 5,13 e 5,74. Este mesmo autor encontrou valores de SS na mesma faixa, entre 8,38 e 11,25 °Brix. Estes valores variaram em diferentes épocas do ano.

Souza (2004) estudou as características físico-químicas de mamões de diferentes cultivares e encontrou pH entre 5,21 e 5,46, acidez variando entre 0,16 e 0,19 g ácido cítrico / 100 g polpa e sólidos SS entre 10,5 e 12,8 °Brix.

Teixeira (2001) estudou sobre processamento mínimo de mamão *Formosa* e encontrou valores médios de SS de 10,93 °Brix.

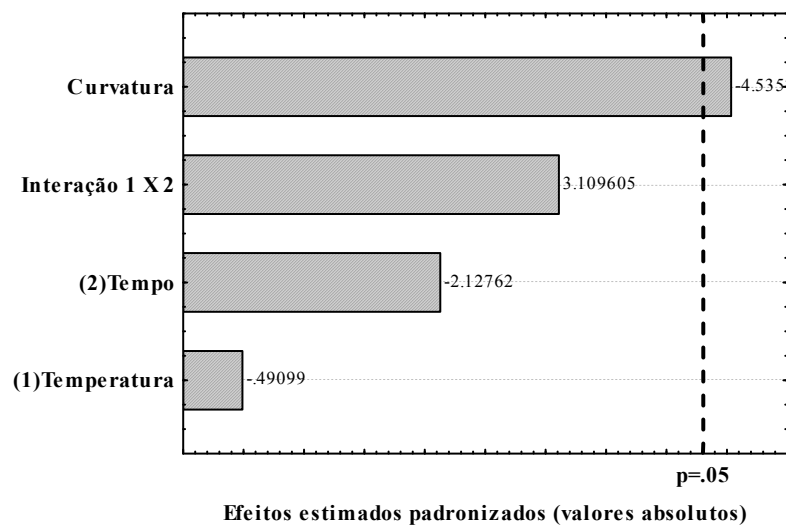
Fagundes *et al.* (2001) estudaram as características de frutos de mamão *Solo* comercializados em estabelecimentos do Distrito Federal e encontraram valores médios para sólidos solúveis entre 9,9 °Brix a 12,5 °Brix, sendo mais alto em agosto. O pH oscilou entre 5,20 e 5,71 e foi mais alto em agosto e setembro. A acidez titulável variou de 0,04 a 0,16 g de ácido cítrico / 100 g de polpa, e a relação (ratio) entre SS e acidez titulável entre 74,7 e 275,7.

Yamashita *et al.* (2003) estudaram a estabilidade de produtos de acerola e observaram que nos produtos que sofreram tratamento térmico (suco engarrafado e polpa congelada) os teores de sólidos solúveis em °Brix mantiveram-se praticamente constantes ao longo de 4 meses.

Maia *et al.* (2007) estudaram o efeito do tratamento térmico em suco de acerola e verificaram que, na etapa de pasteurização, houve uma diminuição da acidez e pequeno aumento do pH, que pode ter ocorrido devido à degradação dos ácidos (cítrico, málico e ascórbico) presentes.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para o planejamento fatorial, com nível de confiança de 95 %. O pH da polpa de mamão, na faixa estudada, não foi afetado de forma significativa pelos fatores tempo e temperatura nem pela interação tempo X temperatura ( $p > 0,05$ ).

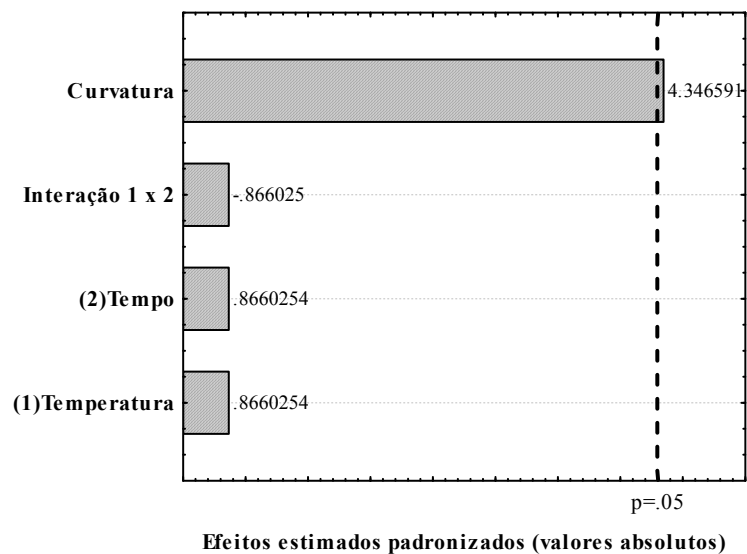
A Figura 13 apresenta o gráfico de pareto para variável pH com um nível de confiança de 95% para o cálculo dos efeitos lineares e os efeitos de primeira ordem para valores absolutos. A magnitude de cada efeito é representada através das barras e uma linha tracejada correspondente ao valor de  $p$  (0,05), que indica se o efeito é significativo.



**Figura 13.** Diagrama de pareto para variável pH

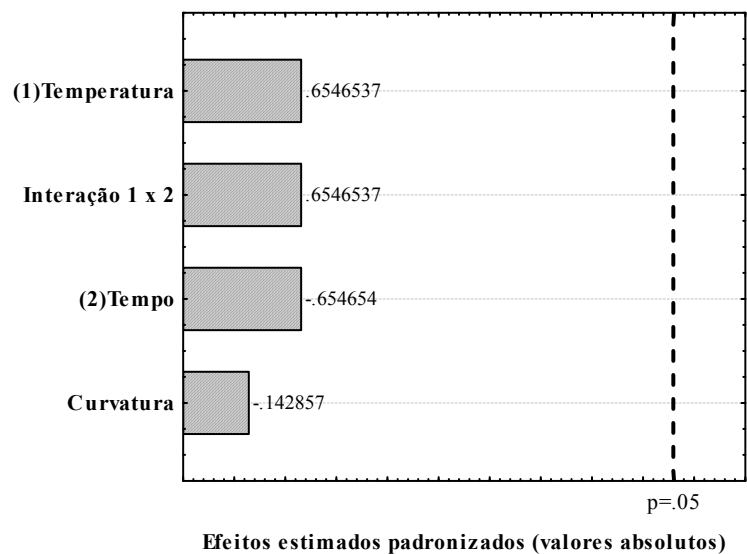
Através do diagrama de pareto, pode-se observar que o valor de  $p$  para a curvatura apresentou-se bem próximo a 0,05, mas a significância da curvatura foi desconsiderada. Como o pH não é uma variável determinante para o processo, a investigação para o modelo quadrático não foi aplicada neste estudo.

O mesmo comportamento foi observado para a variável acidez titulável. O gráfico de pareto (Figura 14) mostra que a curvatura foi levemente significativa, porém os efeitos dos fatores temperatura e tempo de processo e da interação entre os fatores não foram significativos.



**Figura 14.** Diagrama de pareto para variável acidez titulável

A temperatura e o tempo de processo não apresentaram efeitos significativos para o teor de sólidos solúveis, tendo em vista que nenhum fator atingiu a linha de  $p$  (0,05), como mostra a Figura 15. A interação entre os fatores também não foi significativa.



**Figura 15.** Diagrama de pareto para variável sólidos solúveis

Estudos anteriores mostraram resultados compatíveis com este trabalho. Oliveira (2006) estudou o efeito do tratamento térmico em polpa de umbu em uma região de observação entre 88 e 96 °C / 10 e 30 s e constatou que as propriedades como pH, SS e acidez titulável não foram afetadas de forma significativa pelos fatores tempo e temperatura.



### 4.3 Análises microbiológicas

Os resultados das análises microbiológicas são apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6.** Resultados das análises microbiológicas para polpa de mamão

Tratamentos	<i>Salmonella sp</i>		Coliformes a 45°C (NMP/g)		Fungos Filamentosos e Leveduras (UFC/g)	
	<i>Pasteurizada</i>	<i>In natura</i>	<i>Pasteurizada</i>	<i>In natura</i>	<i>Pasteurizada</i>	<i>In natura</i>
75 °C / 20 s	Ausência em 25g	< 3*	< 3	< 3	< 1,0 x 10 <sup>1</sup> **	< 2,1 x 10 <sup>4</sup>
75 °C / 60 s	Ausência em 25g	< 3	< 3	< 3	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,7 x 10 <sup>4</sup>
85 °C / 40 s	Ausência em 25g	< 3	< 3	< 3	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 6,1 x 10 <sup>3</sup>
85 °C / 40 s	Ausência em 25g	< 3	< 3	< 3	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 6,1 x 10 <sup>3</sup>
95 °C / 20 s	Ausência em 25g	< 3	< 3	< 3	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 2,1 x 10 <sup>4</sup>
95 °C / 60 s	Ausência em 25g	< 3	< 3	< 3	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	< 1,7 x 10 <sup>4</sup>

\*De acordo com a tabela de NMP, < 3 representa os resultados em que as 3 séries de diluição de tubos com inóculos deram negativo.

\*\* Estimados (referem-se a contagens abaixo do limite de detecção do método utilizado, que é entre 15 – 150 colônias).

Os resultados mostraram que não foi detectada a presença de *Salmonella sp.* e de coliformes a 45 °C (coliformes fecais), indicando que os procedimentos de preparo da polpa obedeceram a padrões higiênicos seguros.

A polpa *in natura* apresentou uma contagem alta de fungos filamentosos e leveduras. Contudo, os tratamentos aplicados promoveram uma redução na ordem de 10<sup>3</sup>, mostrando-se bastante eficientes. A ANVISA não estabelece padrões para estes microrganismos em polpas de frutas, mas o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Polpa de Frutas do MAPA estabelece o limite de 10<sup>3</sup> UFC / g para polpas tratadas termicamente (BRASIL, 2000).

Resultados similares foram observados por Sugai (2007), que avaliou o processamento contínuo de purê de manga e constatou que após o tratamento térmico de 76,8 °C / 13,5 s houve uma redução na ordem de 10<sup>3</sup> na contagem de microrganismos mesófilos, e de 10<sup>2</sup> na contagem psicrotróficos e bolores e leveduras, sendo que para estes dois últimos, a presença no purê pasteurizado não foi detectada.

Magalhães (1992) estudou a inativação térmica de enzimas e microrganismos e verificou que a inativação do *Clostridium pasteurianum* na polpa de mamão formosa acidificada (pH 3,8) seguiu uma cinética de 1<sup>a</sup> ordem, com tempos de redução decimal (D) a 75 °C, 77 °C e 80 °C de 9,7 minutos, 7,1 minutos e 2,7 minutos, respectivamente. Concluiu também que, às temperaturas estudadas, a porção mais termorresistente da enzima pectinesterase apresenta uma resistência térmica maior do que a deste microrganismo sendo, portanto, indicadora do processamento térmico.

O resultado deste estudo, embora tenha mostrado que os tratamentos térmicos aplicados foram suficientes para a redução na contagem total de fungos e leveduras presentes na polpa *in natura*, não permite a conclusão sobre o efeito deste tratamento em fungos termorresistentes, uma vez que não foram identificadas as espécies detectadas. É necessário um estudo mais aplicado sobre a termorresistência dos fungos, através de estudos da cinética de inativação microbiana adequados (por exemplo: método do tubo TDT).

#### 4.4 Atividade enzimática da pectinesterase

A Tabela 7 apresenta os resultados para análise da atividade da pectinesterase.

**Tabela 7.** Atividade da pectinesterase e taxa de redução da atividade

<b>Tratamentos</b>	<b>Atividade PEu x 10<sup>4</sup>/g de amostra (média ± desvio padrão)</b>	<b>Redução da atividade (%)</b>
<i>In Natura</i>	143,80 ± 0,89	0
75 °C / 20 s	91,10 ± 3,30	36,65
75 °C / 60 s	86,89 ± 3,12	39,57
85 °C / 40 s	53,20 ± 3,95	63,00
85 °C / 40 s	54,42 ± 4,85	62,16
85 °C / 40 s	49,39 ± 1,85	65,65
95 °C / 20 s	5,25 ± 0,86	96,34
95 °C / 60 s	2,89 ± 0,57	97,99

A atividade da pectinesterase medida na polpa de mamão *in natura* está próxima ao observado por Shinagawa (2009), que encontrou valor de 245 PEu x 10<sup>4</sup> / g de polpa de mamão Formosa.

Foi constatado que a redução da atividade enzimática aumentou de acordo com o aumento da temperatura de pasteurização, mas não houve uma alteração importante quando a temperatura foi mantida e o tempo de processamento aumentado de 20 para 60 s. O processo foi bastante reprodutivo, conforme os resultados em triplicata do ponto central.

O objetivo do tratamento térmico aplicado para a polpa de mamão, em relação à atividade enzimática, foi inativar completamente a pectinesterase presente. Na faixa observada, as maiores taxas de inativação ocorreram a 95 °C, nos dois intervalos de tempo de processo (20 e 60 s), em que atingiram um percentual de redução da atividade maior que 95%.

Magalhães (1992) estudou a inativação térmica da pectinesterase em polpa de mamão acidificada (pH 3,8) utilizando o método dos tubos TDT não selados. Os valores de D (tempo de redução decimal) para a porção termorresistente da enzima, às temperaturas de 75, 77 e 80 °C foram de, respectivamente, 16,8, 7,2 e 3,7 minutos. O valor de Z calculado foi de 8,72 °C.

Fayyaz *et al.* (1995) estudaram sobre a estabilidade da pectinesterase do mamão e verificaram que ela é mais estável termicamente em pH 7,5 do que em pH 4,0. Após o aquecimento a 60 °C por 5 minutos, em pH 4, manteve-se 65 % da atividade da enzima. Já em pH 7,5, manteve-se 82 % da atividade. A enzima foi completamente inativada a 70 °C por 5 minutos em pH 7,0 e 75 °C por 5 minutos em pH 7,5. Os valores de D encontrados em pH 7,5 pode ser até 2 vezes maior que em pH 4,0, dependendo também da temperatura de referência.

Lopes (2005) estudou a otimização de um processamento térmico de polpa de pitanga através de um planejamento fatorial composto central, numa região de observação entre 85° - 95 °C / 45 – 75 s. Para o decréscimo da atividade da pectinesterase da polpa de pitanga, todos os efeitos foram significativos ao nível de 95 % de confiança, sendo que o efeito linear da temperatura apresentou maior influência na redução. A otimização dos parâmetros tempo e temperatura, determinados através do planejamento experimental e do método de sobreposição de curvas de nível, indicou o intervalo de tempo entre 59 e 68 s e temperatura de

90 °C para a pasteurização térmica da polpa de pitanga (considerando as variáveis de resposta parâmetros da cor, redução da atividade da peroxidase e redução da atividade da pectinesterase). Comparando com o presente trabalho com polpa de mamão, observa-se que, para a polpa de pitanga, a inativação completa da pectinesterase ocorreu em temperatura menor (90 °C) do que para a polpa de mamão (95 °C). Isto pode ser justificado pelo fato da polpa de pitanga apresentar pH inferior (3,3) ao da polpa de mamão.

Em estudo sobre a inativação da pectinesterase em polpa de tomate, Plaza *et al.* (2007) constataram que as isoenzimas termorresistentes são inativadas completamente depois de 5 minutos a 70 °C, enquanto que a fração termolábil requer apenas 60 °C para completa inativação.

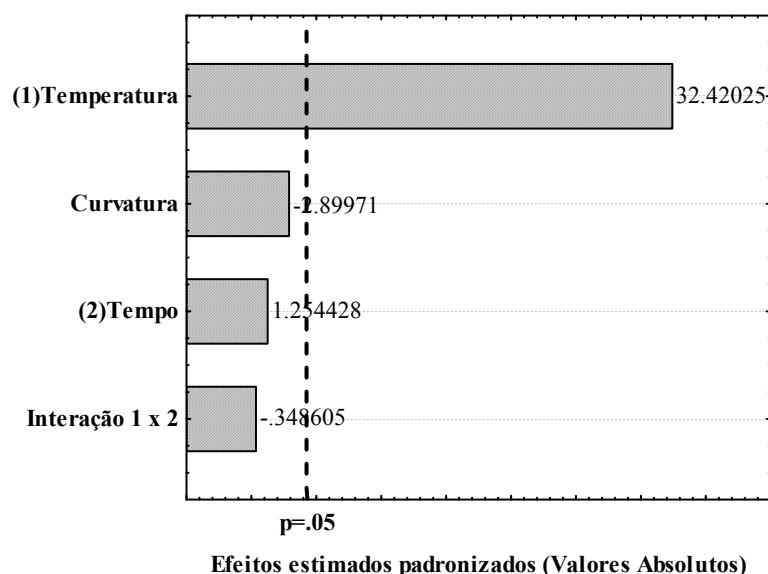
Collet *et al.* (2005) estudaram a inativação da pectinesterase em suco de laranja a 82,5 °C, 85 °C e 87,5 °C e constataram que o prolongamento do tempo de retenção promove um acréscimo insignificante na inativação da enzima, sendo utilizado no estudo um multicomponente de 1ª ordem como modelo.

Sampedro *et al.* (2008) estudaram a inativação térmica da pectinesterase em bebida mista de laranja com leite e verificaram que é necessário um tratamento de 90 °C por 1 minuto para a completa inativação enzimática.

Nath e Ranganna (1983), em estudo com goiaba enlatada, constataram que a pectinesterase apresenta maior resistência térmica que a peroxidase, sendo utilizada, portanto, como indicadora do processamento térmico.

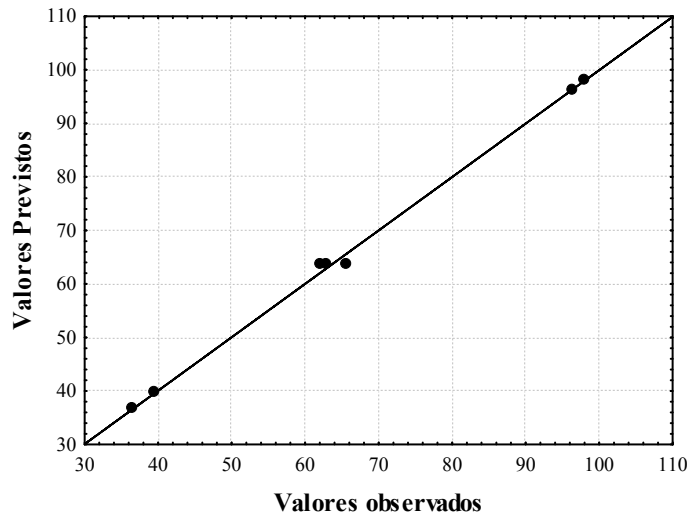
Siddalingu *et al.* (1985, apud Labib *et al.*, 1994) estudaram o processo térmico de polpa de mamão, goiaba e manga para inativação da pectinesterase e encontraram valores de  $D_{100\text{ }^{\circ}\text{C}}$  de 0,39, 0,34 e 0,33 minutos, respectivamente.

Os resultados foram submetidos à análise de variância com nível de confiança de 95%, com auxílio do software Statística® 7.0. O gráfico de pareto para redução da atividade da pectinesterase (Figura 16) mostra que, na faixa utilizada de valores dos fatores, a temperatura afetou de forma significativa a redução da atividade da pectinesterase ( $p < 0,05$ ). O tempo e a interação entre os fatores não foram significativos ( $p > 0,05$ ). A análise da curvatura não foi significativa indicando que não há evidências que termos quadráticos devam existir, pelo menos na região observada. Portanto, não foi necessário adicionar pontos axiais ao experimento para investigação da adequação ao modelo quadrático.



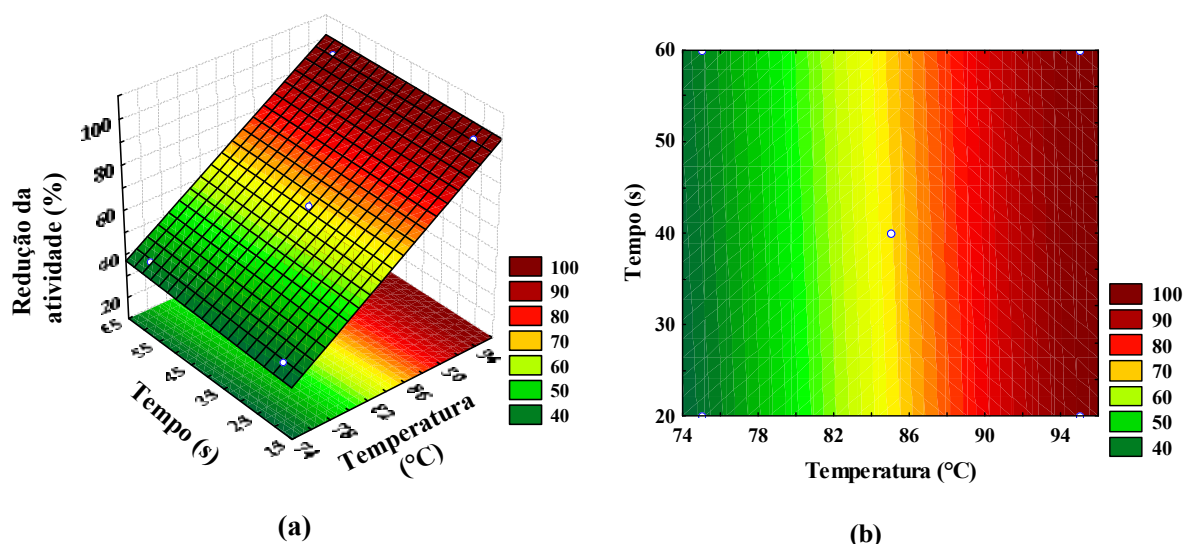
**Figura 16.** Diagrama de pareto para redução da atividade da pectinesterase

A Figura 17 apresenta o gráfico de valores previstos contra os resultados experimentais correspondentes. Os pontos são distribuídos ao acaso próximos da linha, demonstrando que o modelo linear não tem falta de ajuste significativo. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 99,81%. Pode-se observar que os resíduos são normais, o que valida os testes t e F.



**Figura 17.** Gráfico de valores previstos contra os resultados experimentais correspondentes.

Fica evidenciado que a atividade da pectinesterase diminui em função do aumento da temperatura, onde alcança o máximo de redução de atividade na região representada pela cor vermelha nos gráficos das curvas de contorno e de superfície de resposta (Figura 18).



**Figura 18.** Superfície de resposta (a) e curvas de contorno (b) para redução da atividade da pectinesterase

O modelo proposto para representar a redução da atividade da pectinesterase (%) na polpa de mamão pasteurizada, compactado em termos dos seus coeficientes significativos, é o seguinte:

$$\text{Redução da atividade da PMEu (\%)} = - 191,03 + 3,02 X$$

Em relação à atividade da pectinesterase pode-se concluir que, para os níveis de valores dos fatores escolhidos para o planejamento, a redução da atividade da pectinesterase seguiu um modelo linear. Porém, se fossem escolhidos níveis de tempo e temperatura de processo com maior amplitude, outro modelo poderia ser adequado, pois pode ocorrer que a faixa de variação coberta pelos fatores estudados seja pequena demais.

#### 4.5 Carotenóides

Os teores de carotenóides totais são apresentados na Tabela 8.

**Tabela 8.** Teores de carotenóides totais (média  $\pm$  desvio padrão)

Tratamentos	Carotenóides Totais ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )
<i>In Natura</i>	3332 $\pm$ 124
75 °C / 20 s	3108 $\pm$ 101
75 °C / 60 s	3273 $\pm$ 255
85 °C / 40 s	3084 $\pm$ 18
85 °C / 40 s	3144 $\pm$ 164
85 °C / 40 s	2907 $\pm$ 139
95 °C / 20 s	3264 $\pm$ 258
95 °C / 60 s	3400 $\pm$ 82

Os resultados para carotenóides totais estão de acordo com El-Aouar *et al.* (2002) que encontraram para mamão formosa teor de 3700  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ . Comparados a outros frutos, a polpa de mamão *in natura* estudada apresentou um teor de carotenóides totais cerca de sete vezes menor do que a polpa de buriti (MANHÃES, 2007), um pouco acima do teor no cajá (MATTIETTO, 2005) e aproximadamente a metade do teor na pitanga (RODRIGUEZ - AMAYA, 2001).

Em comparação à polpa *in natura*, nenhuma das amostras processadas apresentou diferença significativa pelo teste de *Dunnnett* ao nível de 5% de probabilidade.

Em processamento de suco de cenoura, a esterilização a 121 °C por 30 minutos resultou na maior perda de carotenóides, seguida por pasteurização a 120 °C / 30 s, pasteurização a 110 °C / 30 s e pasteurização a 105 °C / 25 s com acidificação (CHEN *et al.* 1995).

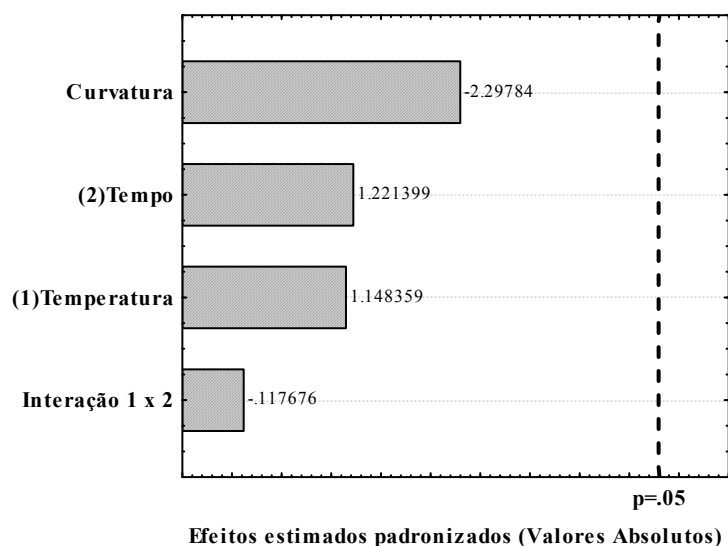
Na pasteurização de suco de acerola, foi observado um aumento de 15 % no teor de  $\beta$ -caroteno, fato que pode ser atribuído ao rompimento da estrutura da parede celular que, consequentemente, ocasionaria um aumento da biodisponibilidade do  $\beta$ -caroteno (MAIA *et al.*, 2007).

Furtado *et al.* (2006) relataram que, no processamento de pimenta *capsicum* em conserva (a 2 % de NaCl e 1,5 % de ácido acético), o tratamento a 100 °C por 10 minutos resultou em perdas significativas de 63,8 % no teor de  $\beta$ -caroteno.

Segundo Rodriguez-Amaya (2001), o aquecimento pode provocar a isomerização dos carotenóides, podendo causar modificações no perfil cromatográfico destes.

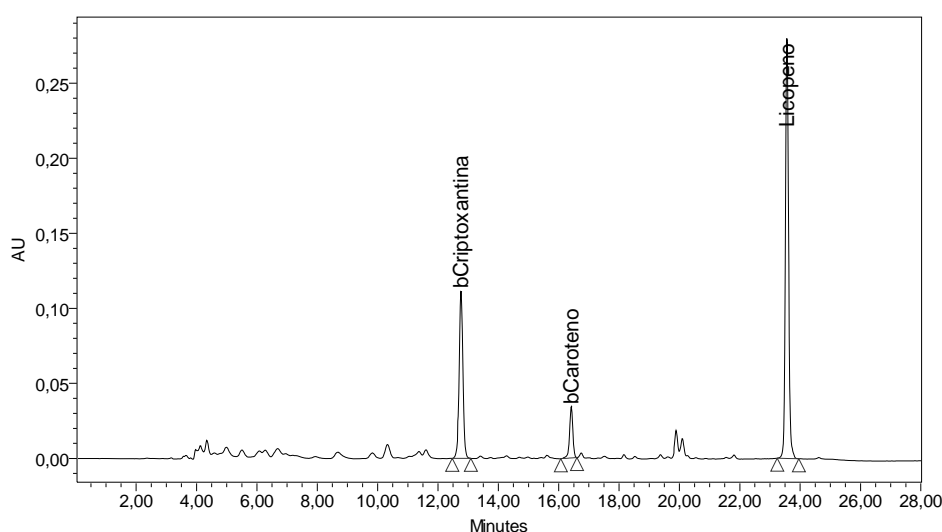
Os estudos relatados acima mostram que o comportamento dos carotenóides depende da intensidade do tratamento térmico aplicado. Enquanto que a pasteurização em temperaturas inferiores a 100 °C por curto tempo de exposição pode causar um pequeno acréscimo, a esterilização em altas temperaturas pode ocasionar grandes perdas no teor de carotenóides, sendo que as perdas também dependem do carotenóide presente.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, com intervalo de confiança de 95 %. O tempo e temperatura não apresentaram efeitos significativos no teor de carotenóides totais ( $p > 0,5$ ), na faixa observada de níveis dos fatores. A Figura 19 ilustra os efeitos dos fatores e da interação.



**Figura 19.** Diagrama de pareto para variável carotenóides totais

Dentre os carotenóides identificados, os principais foram Licopeno,  $\beta$ -criptoxantina e  $\beta$ -caroteno, apresentados no cromatograma da Figura 20. Também foram observados pequenos picos de carotenóides que não foram identificados, sendo desprezados.



**Figura 20.** Cromatograma da análise de carotenóides da polpa de mamão *in natura*

Os resultados das análises cromatográficas dos processos realizados a 75 °C / 60 s e 75 °C / 20 s não se apresentaram satisfatórios. As análises foram repetidas, mas como as amostras permaneceram congeladas durante um período longo, optou-se por não utilizar estes resultados, uma vez que as amostras foram submetidas a diferentes condições. Desta forma, não pôde ser realizado um estudo estatístico do planejamento fatorial inicial.

Os resultados das análises dos demais pontos foram submetidos à análise de variância ao nível de 95 % e teste de Fisher com 5 % de probabilidade, considerando a amostra como fator único. Os resultados são apresentados na Tabela 9.

**Tabela 9.** Resultados\* da análise dos carotenóides  $\beta$ -caroteno,  $\beta$ -criptoxantina, licopeno (média  $\pm$  desvio padrão) e do teor calculado de retinol equivalente (RE)

	Licopeno ( $\mu\text{g} / 100 \text{ g}$ )	$\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g} / 100 \text{ g}$ )	$\beta$ -criptoxantina ( $\mu\text{g} / 100 \text{ g}$ )	Retinol equivalente** ( $\mu\text{g} / 100 \text{ g}$ )
<i>In natura</i>	1554 <sup>bc</sup> $\pm$ 46	192 <sup>a</sup> $\pm$ 4	682 <sup>a</sup> $\pm$ 41	89
85 °C / 40 s	1755 <sup>ab</sup> $\pm$ 45	188 <sup>a</sup> $\pm$ 8	695 <sup>a</sup> $\pm$ 25	89
85 °C / 40 s	1421 <sup>c</sup> $\pm$ 74	231 <sup>a</sup> $\pm$ 47	785 <sup>a</sup> $\pm$ 95	105
95 °C / 20 s	1822 <sup>ab</sup> $\pm$ 250	206 <sup>a</sup> $\pm$ 14	793 <sup>a</sup> $\pm$ 57	100
95 °C / 60 s	1887 <sup>a</sup> $\pm$ 40	201 <sup>a</sup> $\pm$ 6	752 <sup>a</sup> $\pm$ 34	97

\*médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Fisher

\*\*1 $\mu\text{g}$  de  $\beta$ -caroteno = 0,167  $\mu\text{g}$  RE ( Retinol equivalente); 1 $\mu\text{g}$  de  $\beta$ -criptoxantina = 0,084  $\mu\text{g}$  RE (BRASIL, 2005)

As polpas analisadas apresentaram entre 86 - 105  $\mu\text{g}$  de retinol equivalente / 100 g, representando aproximadamente 50% da IDR, o que torna este alimento rico neste nutriente.

Embora não exista um consenso que defina a IDR para que o licopeno tenha um efeito antioxidante significativo no organismo, Rao e Agarwal (2000) sugerem que o valor de 35 mg / dia seria uma ingestão média diária considerável. Assim, a ingestão de 100g da polpa de mamão em estudo representaria aproximadamente 4 % da IDR, recomendando-se a complementação da dieta com outros alimentos fontes de licopeno como a melancia ou o tomate.

Pôde-se observar que, tanto para o  $\beta$ -caroteno quanto para a  $\beta$ -criptoxantina, as médias não apresentaram diferenças significativas entre si. Para o licopeno, observou-se diferença significativa entre as replicatas dos processos a 85 °C / 40 s, indicando falta de reprodutibilidade. Foi verificado um acréscimo significativo ( $p < 0,05$ ), no teor do licopeno da amostra submetida ao tratamento de 95 °C / 60 s quando comparada à amostra *in natura*.

Os resultados deste estudo foram condizentes com outros estudos publicados anteriormente, mostrando que o processamento térmico pode aumentar o teor de licopeno presente no alimento. Segundo Weisburger (2002), este aumento pode ser relacionado ao enfraquecimento da ligação entre o licopeno e a parede celular em consequência do aquecimento, aumentando a extratibilidade deste carotenóide. Além disso, o tratamento térmico favorece a conversão do licopeno da forma “trans” para a forma “cis”, o que aumenta sua solubilidade e, conseqüentemente, a biodisponibilidade.

#### 4.6 Açúcares

Os teores de açúcares são apresentados na Tabela 10. Não foi detectada a presença de sacarose em nenhuma das amostras. O cromatograma característico da análise é apresentado no Anexo C.

**Tabela 10.** Teores de glicose, frutose e sacarose na polpa de mamão (média  $\pm$  desvio padrão)

Tratamentos	Frutose (g/100 g)	Glicose (g/100 g)	Sacarose (g/100 g)
<i>In Natura</i>	6,61 $\pm$ 0,09	7,77 $\pm$ 0,09	ND*
75 °C / 20 s	6,72 $\pm$ 0,33	7,93 $\pm$ 0,30	ND
75 °C / 60 s	6,82 $\pm$ 0,06	8,07 $\pm$ 0,01	ND
85 °C / 40 s	6,28 $\pm$ 0,25	7,35 $\pm$ 0,33	ND
85 °C / 40 s	6,04 $\pm$ 0,18	7,13 $\pm$ 0,13	ND
95 °C / 20 s	6,95 $\pm$ 0,15	8,12 $\pm$ 0,14	ND
95 °C / 60 s	7,16 $\pm$ 0,03	8,38 $\pm$ 0,01	ND

\*ND – Não detectado

O alto teor de açúcar comparado ao teor de sólidos solúveis pode ser justificado pelas etapas de extração da amostra durante a realização das análises cromatográficas. O banho em ultrassom promove o rompimento da matriz (polpa de mamão), liberando os analitos (açúcares) presentes.

Segundo Costa e Balbino (2002), o baixo conteúdo de sacarose presente no fruto verde tende a diminuir com o amadurecimento, uma vez que esta é hidrolisada a açúcares mais simples como glicose e frutose.



Santana *et al.* (2004) avaliaram as características físico-químicas de mamão *Golden* dos frutos de cinco genótipos de mamão da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical e encontraram valores entre 9,5 e 11,3 % para açúcares redutores e entre 0,5 e 0,9 % para açúcares não-redutores.

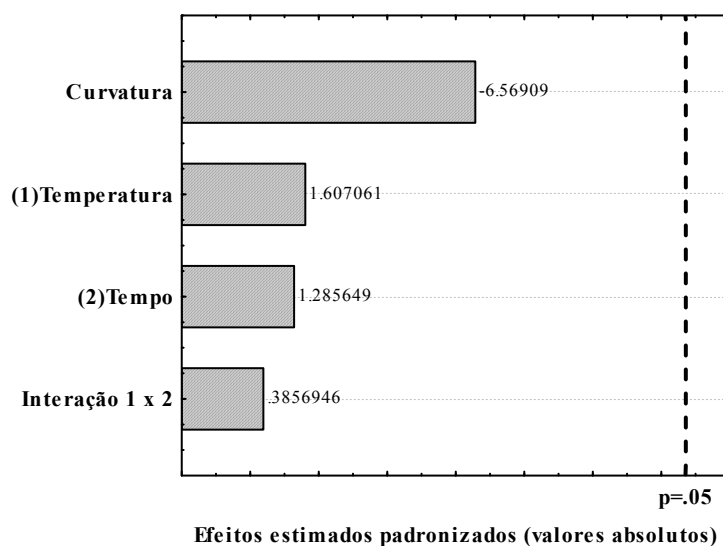
Rocha *et al.* (2007) avaliaram o teor de açúcares de mamão Formosa armazenados sob diferentes condições de temperatura, encontrando valores entre 8 e 9,5 g / 100 mL para açúcares redutores. Para açúcares não redutores os valores encontrados foram praticamente insignificantes.

Barros *et al.* (2008) estudaram a caracterização físico-química de polpa de mamão obtida por dois métodos diferentes, prensa hidráulica e despulpadeira elétrica. Os teores de açúcar obtidos, respectivamente, foram de 9,92 e 9,87 g / 100 g para açúcares redutores, 10,80 e 11,61 g /100 g para açúcares totais e 0,84 e 1,64 g / 100 g para sacarose.

Vandresen (2007) constatou que, após a pasteurização do suco de cenoura natural, houve uma redução significativa no teor de açúcares redutores, porém não houve diferença no teor de açúcares totais.

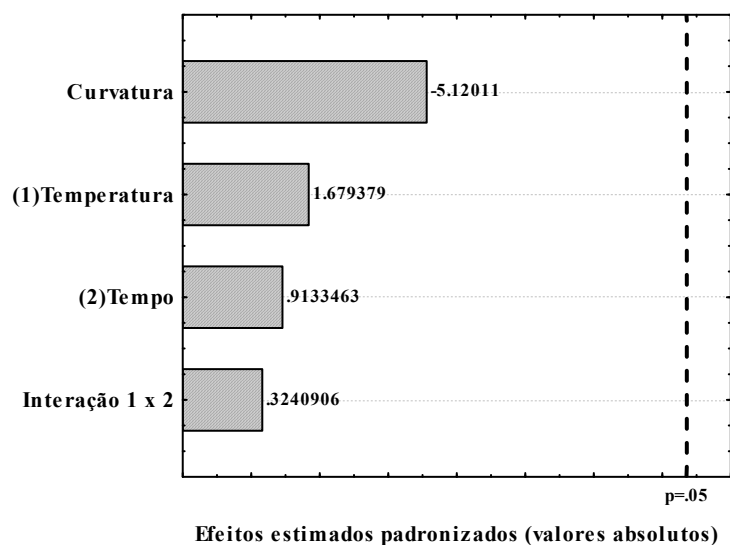
Silva e Silva (2000) estudaram o efeito do processamento térmico em polpa de cupuaçu (75 °C / 5 minutos e 90 °C / 5 minutos) e verificaram que os açúcares não-redutores foram convertidos a açúcares redutores, enquanto que o teor de açúcares totais permaneceu constante.

A análise de variância para o planejamento fatorial mostrou que os fatores tempo e temperatura e a interação entre os fatores não afetaram significativamente os teores de glicose, visto que  $p > 0,05$  (Figura 21).



**Figura 21.** Diagrama de Pareto para a variável glicose

A análise de variância para a frutose mostra que, assim como para glicose, os fatores tempo e temperatura e a interação tempo x temperatura não apresentaram efeitos significativos, sendo  $p > 0,05$ , como mostra a Figura 22.



**Figura 22.** Diagrama de pareto para variável frutose

De modo geral, este estudo mostrou que a composição de açúcares não foi alterada pelos tratamentos aplicados. As alterações que normalmente podem ocorrer no perfil de açúcares em decorrência do tratamento térmico é a conversão da sacarose a açúcares mais simples (quando em meio ácido) ou a caramelização. Mas como a polpa de mamão é pouco ácida e os açúcares presentes na polpa *in natura* (glicose e frutose) são monossacarídeos, estes não poderiam ser mais hidrolisados e tampouco os tratamentos aplicados foram suficientes para degradá-los de alguma forma. Em relação à amostra *in natura*, nenhum dos tratamentos provocou um decréscimo significativo pelo teste de *Dunnett* ao nível de 5 %.

## 4.7 Vitaminas

### 4.7.1 Vitaminas B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub>

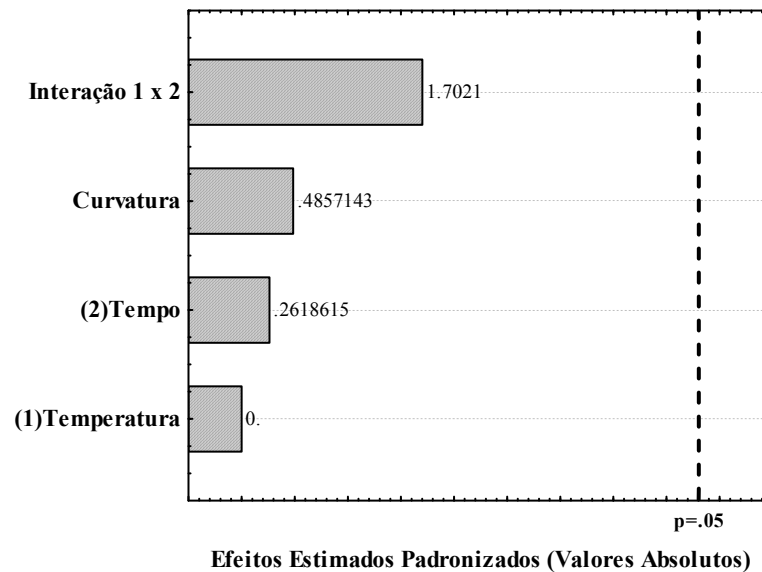
Os teores de vitaminas B<sub>2</sub> e B<sub>1</sub> são apresentados na Tabela 11. Os perfis cromatográficos característicos das análises são apresentados nos Anexos D e E.

**Tabela 11.** Teores de vitaminas B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub> (média ± desvio padrão)

Tratamentos	Vitamina B <sub>1</sub> (mg /100 g)	Vitamina B <sub>2</sub> (mg /100 g)
<i>In Natura</i>	0,037 ± 0,001	0,092 ± 0,003
75 °C / 20 s	0,041 ± 0,001	0,107 ± 0,001
75 °C / 60 s	0,037 ± 0,001	0,096 ± 0,003
85 °C / 40 s	0,041 ± 0,000	0,111 ± 0,001
85 °C / 40 s	0,041 ± 0,001	0,106 ± 0,001
85 °C / 40 s	0,038 ± 0,003	0,096 ± 0,001
95 °C / 20 s	0,039 ± 0,004	0,094 ± 0,006
95 °C / 60 s	0,042 ± 0,000	0,109 ± 0,001

A polpa de mamão *in natura* apresentou um teor de vitamina B<sub>2</sub> elevado (0,092 mg / 100 g polpa) comparado ao valor da tabela brasileira de composição de alimentos do NEPA, que é de 0,03 mg / 100 g polpa. O conteúdo encontrado em 100 g da polpa representa cerca de 7 % do valor da IDR para um adulto e 10 % do valor da IDR para crianças de 7 a 10 anos. É importante ressaltar que, a composição de frutas é afetada por diversos fatores como clima, região geográfica, fertilidade do solo, época de colheita, entre outros fatores.

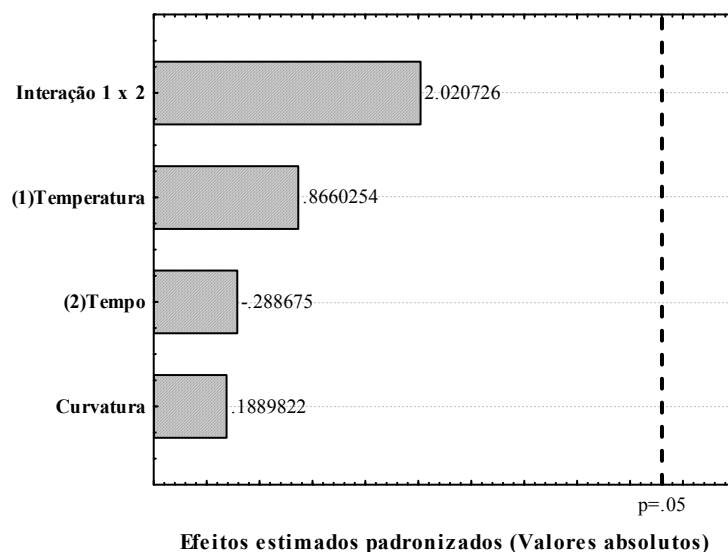
A análise de variância com nível de confiança de 95 % mostrou que, na faixa observada, nenhum dos fatores apresentou efeitos significativos ( $p > 0,05$ ) para o teor de vitamina B<sub>2</sub>, como mostra o diagrama de pareto apresentado na Figura 23.



**Figura 23.** Diagrama de pareto para variável Vitamina B<sub>2</sub>

O teor de vitamina B<sub>1</sub> encontrado na polpa de mamão *in natura* estudada (0,036mg / 100 g) está de acordo com o valor da tabela brasileira de composição de alimentos do NEPA (0,03 mg /100 g polpa). O valor encontrado representa 2,5% da IDR para adultos e 3,35 % da IDR para crianças.

A análise de variância com nível de confiança de 95 % mostrou que, na faixa estudada, o teor de vitamina B<sub>1</sub> não foi afetado de forma significativa ( $p > 0,05$ ) pelos fatores ou pela interação, como apresenta a Figura 24.



**Figura 24.** Diagrama de Pareto para vitamina B<sub>1</sub>

Este estudo mostrou a estabilidade das Vitaminas B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub> frente aos tratamentos aplicados na polpa de mamão. Tanto para vitamina B<sub>1</sub> quanto para vitamina B<sub>2</sub>, nenhuma das amostras termicamente processadas apresentou perdas significativas ao nível de 5 % pelo teste de *Dunnnett*, em relação à polpa *in natura*.

Estudos anteriores mostraram que a degradação térmica da riboflavina segue uma cinética de 1<sup>a</sup> ordem. Este comportamento foi observado no processamento térmico de ervilha (NISHA *et al.*, 2005), espinafre (NISHA *et al.*, 2005) e soja (KWOK *et al.*, 2002). Para a soja, a riboflavina mostrou-se mais resistente do que a tiamina (vitamina B<sub>1</sub>). Outro aspecto importante é que a riboflavina mostrou-se mais estável nos purês de espinafre e ervilha do que em solução pura da vitamina, indicando que alguma propriedade físico-química no purê teria efeito protetor contra a degradação térmica.

#### 4.7.2 Vitamina C

Os resultados das análises de vitamina C são apresentados na Tabela 12. O perfil cromatográfico característico da análise é apresentado no Anexo F.

**Tabela 12.** Conteúdo de vitamina C da polpa de mamão (média ± desvio padrão)

Tratamentos	Vitamina C (mg /100 g)
<i>In Natura</i>	35,19 ± 2,49
75 °C / 20 s	26,67 ± 0,02
75 °C / 60 s	33,64 ± 1,58
85 °C / 40 s	32,98 ± 0,21
85 °C / 40 s	31,53 ± 0,27
85 °C / 40 s	35,50 <sup>a</sup> ± 0,30
95 °C / 20 s	33,27 ± 0,38
95 °C / 60 s	30,76 ± 1,24

Os teores de vitamina C encontrados para a polpa de mamão (27-35 mg / 100g), representando em média quase 75 % da IDR para um adulto, mostrando que o mamão é um fruto rico em vitamina C.

Os valores apresentados são menores do que os encontrados por alguns autores, como é apresentado no Quadro 2, o que é perfeitamente justificável pela grande variabilidade das características do mamão, uma vez que a vitamina C é um metabólito secundário e sua produção na planta depende de vários fatores edafoclimáticos e de práticas culturais. Uma prova disso é que os teores encontrados para a polpa *in natura* estão de acordo com os valores encontrados por Souza (2005), que analisou o conteúdo de vitamina C em diferentes épocas de colheitas e, no mês de agosto, encontrou valores próximos ao deste trabalho, entre 20 e 35mg /100 g. É importante ressaltar que trata-se de mamão da variedade *Tainung* n°1 (Formosa) e foi colhido na região norte do Estado do Espírito Santo, no mês de agosto. Possui, portanto, as mesmas características do mamão utilizado neste trabalho.

**Quadro 2.** Teores de vitamina C em polpa de mamão relatados por diferentes autores

REFERÊNCIA, REGIÃO DE ORIGEM DA AMOSTA	VARIEDADE	Vitamina C (mg/100g)
Kechinski (2007) Bahia, Brasil	<i>Golden</i>	70
Andrade (2006) São Paulo, Brasil	Formosa	55
Souza (2005) Espírito Santo, Brasil	<i>Tainung</i> n°1 (Formosa)	50 -65 (janeiro) 20-35 (agosto)
Wall (2006) Molooa, Haváí	<i>Sunrise</i>	64,5
Mahattanatawee <i>et al.</i> , (2006) Sul da Flórida, EUA	<i>Red lady</i>	153

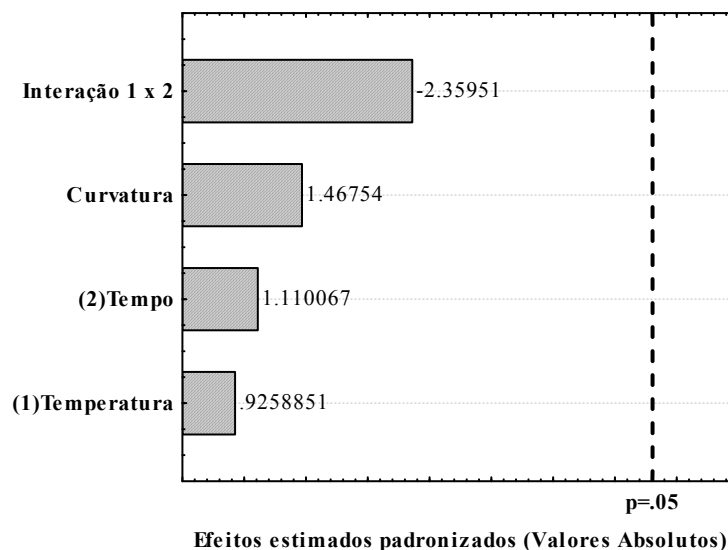
O congelamento da amostra antes da análise pode ter ocasionado perdas no teor de vitamina C. Porém, estas perdas foram desconsideradas já que a amostra da polpa *in natura*, utilizada como referência, também foi congelada.

Pelo teste de *Dunnnett* ao nível de 5 %, pôde-se constatar que somente as amostras submetidas aos tratamentos de 75 ° C por 20 segundos e 95 ° C por 60 segundos tiveram um decréscimo significativo no teor de vitamina C em comparação à amostra *in natura*.

Porém, a amostra submetida a 75 ° C por 20 segundos apresentou o menor teor entre todos os processos aplicados, mesmo quando comparada a processos mais intensos, que utilizam temperatura e tempo de processo superiores. Já que a possibilidade de ocorrer um aumento deste teor com o processamento é mínima, uma das alternativas para explicar este fato é que a matriz (polpa de mamão) tem tendência a formar "grumos" por causa da ação da pectinesterase, principalmente em amostras que sofreram tratamentos mais brandos. Uma hipótese, é que a homogeneização desta amostra não tenha sido suficiente, afetando a pesagem e comprometendo o resultado. Outra possibilidade é que, na fase de extração da amostra, o banho em ultrassom não tenha sido suficiente para o rompimento da matriz e liberação dos analitos, o que pode ocorrer em alguns tipos de matrizes.

Segundo Hernández *et al.* (2009), a composição da solução de extração e a temperatura de extração são fatores que podem contribuir para eficiência da extração da vitamina C em análises cromatográficas de mamão e abacaxi.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, com nível de confiança de 95%. Pôde-se observar que, na região observada, os fatores tempo e temperatura de processo e a interação entre os fatores não afetaram de forma significativa o teor de vitamina C ( $p > 0,05$ ), o que pode ser representado pelo diagrama de pareto (Figura 25).



**Figura 25.** Diagrama de pareto para vitamina C

Sancho (2006) estudou o efeito do processamento térmico em suco de caju e verificou que o teor de ácido ascórbico decresceu com o avanço do processamento industrial, sendo encontrado valores de 147 mg /100 g na etapa de formulação, 140,57 mg /100 g na etapa de homogeneização e 135,63 mg /100 g após a pasteurização, totalizando uma perda de 8,09 % da etapa inicial à final. A etapa de homogeneização foi realizada em presença de ar, demonstrando que a exposição ao oxigênio pode afetar tanto quanto o calor.

Sugai (2007) avaliou o processamento contínuo de purê de manga e constatou que no tratamento de 70 °C / 13 s não houve perda de ácido ascórbico enquanto que no tratamento de 75 °C /13 s houve perda de 6,9 %.

Fernandes *et al.* (2007) avaliaram o processamento de suco tropical de goiaba e verificaram que entre as etapas de formulação e pasteurização (95°C - 60s, com enchimento a quente) houve uma redução de 12 % de vitamina C.

Tavares *et al.* (2000) estudaram a estabilidade do suco de laranja submetido a diferentes tratamentos térmicos e constataram que os tratamentos de fervura por 10 minutos e pasteurização (70°C por 20 minutos) provocaram perdas de 1,25 % no teor de ácido ascórbico. Estas perdas foram bem inferiores comparadas à exposição a condições ambientais (27 °C por 60 minutos), em que houve um decréscimo de 11 %, demonstrando a instabilidade desta vitamina em presença de oxigênio.

Maia *et al.* (2007) observaram uma pequena diminuição no teor de vitamina C no tratamento térmico de suco de acerola.

Yamashita *et al.* (2003) estudaram a estabilidade da vitamina C em polpa de acerola tratada termicamente e congelada e verificaram que o teor se manteve praticamente constante ao longo de 4 meses de armazenagem.

#### 4.8 Atividade antioxidante e compostos fenólicos totais

Os resultados para análise da capacidade antioxidante e compostos fenólicos totais são apresentados na Tabela 13.

**Tabela 13.** Atividade antioxidante e compostos fenólicos totais (média  $\pm$  desvio padrão)

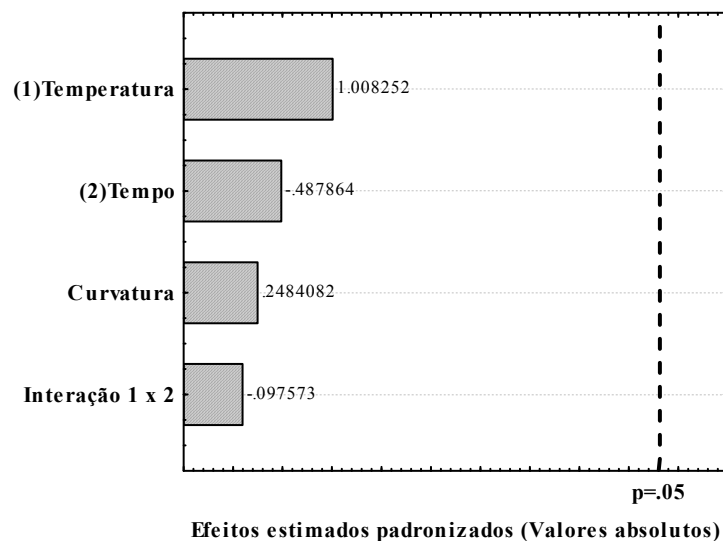
Tratamentos	Atividade Antioxidante ( $\mu\text{mol TROLOX equiv. / g de amostra}$ )	Compostos Fenólicos Totais (mg AG equiv. / 100g)
<i>In Natura</i>	2,83 $\pm$ 0,11	52,94 $\pm$ 1,92
75 °C / 20 s	2,61 $\pm$ 0,12	51,51 $\pm$ 1,95
75 °C / 60 s	2,55 $\pm$ 0,12	53,65 $\pm$ 1,56
85 °C / 40 s	2,51 $\pm$ 0,14	54,67 $\pm$ 1,47
85 °C / 40 s	2,76 $\pm$ 0,09	53,93 $\pm$ 0,27
85 °C / 40 s	2,79 $\pm$ 0,04	52,96 $\pm$ 2,94
95 °C / 20 s	2,78 $\pm$ 0,02	52,76 $\pm$ 0,13
95 °C / 60 s	2,69 $\pm$ 0,05	54,53 $\pm$ 2,37

\* AG – Ácido Gálico

Sousa (2007) estudou a correlação entre a atividade antioxidante e os conteúdos de vitamina C e fenólicos totais em frutas tropicais do nordeste (abacaxi, ata, graviola, mamão, sapoti e umbu). Em relação aos conteúdos de antioxidantes expressos em TEAC, o mamão apresentou maior conteúdo (7,60  $\mu\text{mol/g}$ ), enquanto o sapoti apresentou o menor valor (0,99  $\mu\text{mol/g}$ ). Em relação aos compostos fenólicos totais, o mamão e a graviola apresentaram as maiores quantidades entre as frutas estudadas. Observou-se uma correlação positiva entre os conteúdos de fenólicos totais e a capacidade antioxidante das frutas avaliadas; enquanto que esta correlação não foi observada em relação ao teor de vitamina C.

Mahattanatawee (2006) estudou a atividade antioxidante e teor de compostos fenólicos solúveis de diversas frutas, incluindo mamão verde e maduro da variedade *Red Lady*. O potencial antioxidante foi maior no mamão maduro do que em mamão verde, pelos métodos de ORAC (*oxygen radical absorbance capacity*) e DPPH (*diphenyl-2-picrylhydrazyl*). Os valores encontrados para o mamão maduro foram de 5,3  $\mu\text{mol TE/g}$  polpa (ORAC) e 6,51 mg AG / 100 g polpa (DPPH) enquanto que o mamão verde apresentou um baixo potencial antioxidante, 2,6  $\mu\text{mol TE / g}$  polpa (ORAC) e 2,97 mg AG / 100 g polpa (DPPH). Esta diferença deve ser atribuída ao aumento do teor de carotenóides que ocorre durante o amadurecimento.

A análise de variância com nível de confiança de 95% mostrou que, pelo menos na faixa abrangida pelo planejamento fatorial, os fatores tempo e temperatura e a interação entre os fatores não apresentaram efeitos significativos na capacidade antioxidante ( $p > 0,05$ ), como é ilustrado na Figura 26.



**Figura 26.** Diagrama de Pareto para atividade antioxidante

Através do teste de *Dunnnett*, ao nível de 5 %, também foi possível observar que não houve decréscimo significativo entre a capacidade antioxidante da amostra *in natura* e das processadas.

No caso do mamão, a atividade antioxidante deve ser relacionada principalmente com o teor de carotenóides, vitamina C e compostos fenólicos, já que a metodologia de análise utilizada neste experimento baseia-se na redução do radical  $ABTS^+$  (através de mecanismos de transferência de elétrons ou prótons), que ocorre em presença de componentes antioxidantes presentes na amostra (RE *et al.* 1999, KUSKOSKI *et al.*, 2005). Uma vez que os teores destes constituintes não foram afetados pelos fatores temperatura e tempo de processo, esperava-se que o potencial antioxidante não tivesse alterações significativas entre os tratamentos, o que foi confirmado pelos experimentos.

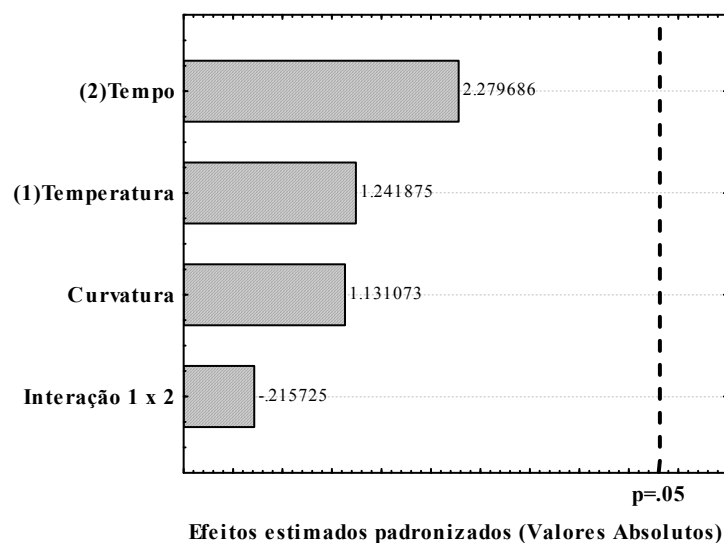
Dutra *et al.* (2008) estudaram o efeito do processamento térmico na capacidade antioxidante do suco de tangerina da variedade *Murcott* e observaram uma redução significativa na capacidade antioxidante do suco submetido a 96 °C por 30 segundos, em relação ao suco *in natura*. A atividade antioxidante variou de 3,34  $\mu\text{mol}$  de trolox equivalente / g (*in natura*) a 2,82  $\mu\text{mol}$  de trolox equivalente /g (pasteurizado).

O conteúdo de compostos fenólicos totais da polpa de mamão *in natura* deste trabalho foi de 52,94 mg AG / 100 g, valor compatível com o encontrado por Mahattanatawee (2006), que observou um conteúdo de 44,22 mg AG / 100 g de polpa de mamão maduro, sendo considerado valores baixos quando comparados a outros frutos. Contudo, o método utilizado neste trabalho apenas quantifica o conteúdo de compostos fenólicos totais, não sendo possível identificar os compostos presentes na polpa de mamão.

Foi verificado através do teste de *Dunnnett*, ao nível de 5%, que o teor de compostos fenólicos da polpa *in natura* não sofreu reduções significativas por nenhum dos processos aplicados.

A análise de variância realizada para o planejamento fatorial, com nível de confiança de 95 %, mostrou que nenhum dos fatores apresentou efeitos significativos no teor de compostos fenólicos, como mostra a Figura 27.





**Figura 27.** Diagrama de pareto para variável compostos fenólicos totais

Fernandes (2007) avaliou o efeito do tratamento térmico no teor de compostos fenólicos de suco de goiaba e constatou que, para um tratamento de 95 °C por 60 segundos com enchimento a quente, não houve diferença significativa entre as etapas de processamento. Os valores encontrados, expressos em mg de Ácido Tânico /100 mL de suco, foram de 198,45 na extração, 188,7 na formulação / homogeneização e 172,90 na pasteurização.

#### 4.9 Avaliação instrumental da cor

A Tabela 14 apresenta os resultados das análises instrumentais dos parâmetros da cor ( $L$ ,  $a$ ,  $b$ , e  $\Delta e$ ) da polpa de mamão.

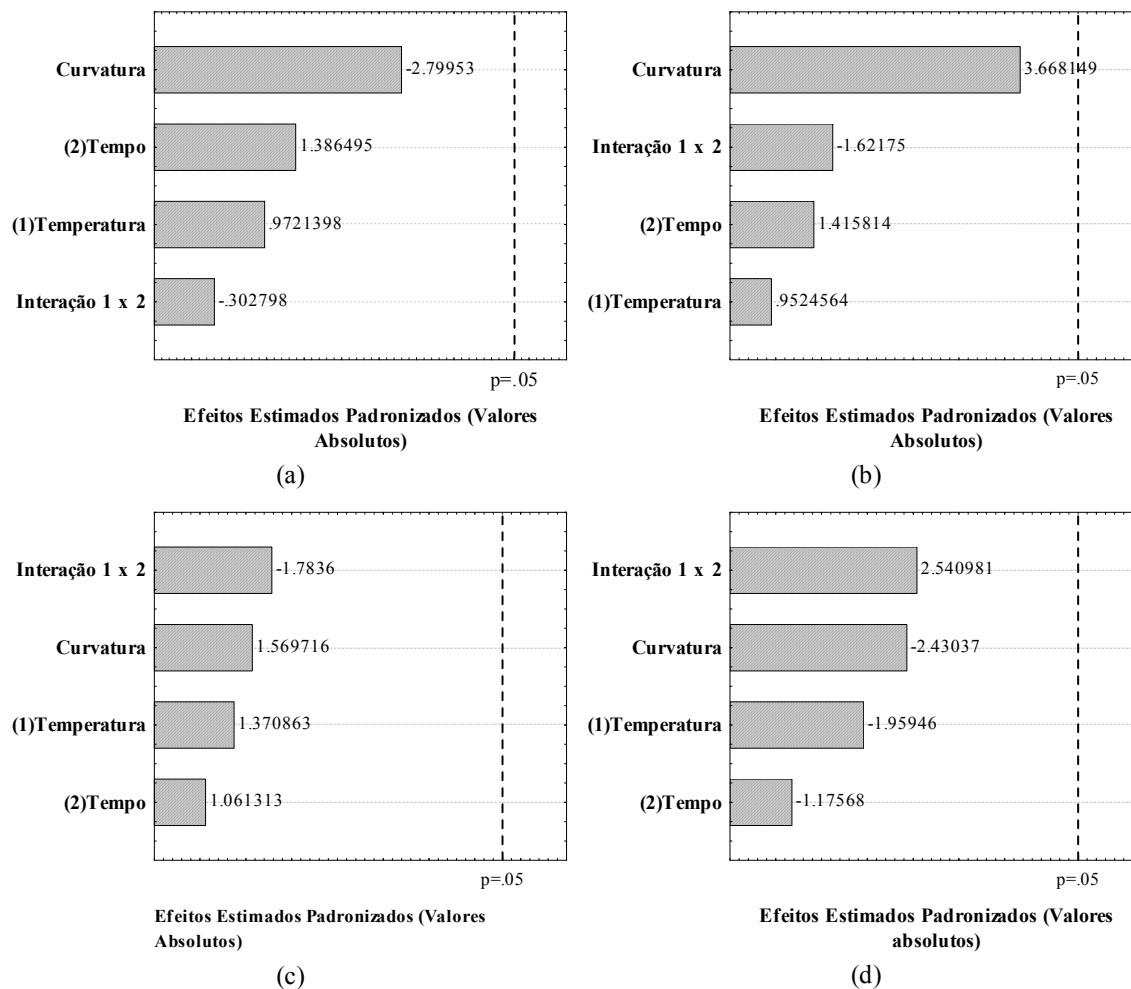
**Tabela 14.** Parâmetros\* de cor  $L$ ,  $a$ ,  $b$  e  $\Delta e$  da polpa de mamão (média  $\pm$  desvio padrão)

Tratamentos	L	a	b	$\Delta e$
<i>In natura</i>	20,12 $\pm$ 0,33	11,75 $\pm$ 0,25	11,57 $\pm$ 0,22	72,21 $\pm$ 0,27
75 °C / 20 s	18,12 $\pm$ 0,16	11,87 $\pm$ 0,11	8,67 $\pm$ 0,16	73,84 $\pm$ 0,15
75 °C / 60 s	20,05 $\pm$ 0,11	12,40 $\pm$ 0,17	11,03 $\pm$ 0,25	72,37 $\pm$ 0,10
85 °C / 40 s	20,76 $\pm$ 0,99	11,26 $\pm$ 0,58	13,14 $\pm$ 1,39	71,75 $\pm$ 0,86
85 °C / 40s	19,88 $\pm$ 0,28	11,74 $\pm$ 0,21	11,59 $\pm$ 0,51	72,44 $\pm$ 0,24
85 °C / 40 s	20,75 $\pm$ 0,04	11,85 $\pm$ 0,09	12,46 $\pm$ 0,06	71,76 $\pm$ 0,03
95 °C / 20 s	20,26 $\pm$ 0,13	12,27 $\pm$ 0,10	10,67 $\pm$ 0,30	72,06 $\pm$ 0,10
95 °C / 60s	19,77 $\pm$ 0,03	12,61 $\pm$ 0,05	10,51 $\pm$ 0,07	72,60 $\pm$ 0,02

\* L = luminosidade (0 = preto e 100 = branco); a (-80 até zero = verde, do zero ao +100 = vermelho); b (-100 até zero = azul, do zero ao +70 = amarelo) e  $\Delta e$  (diferença total de cor)

Pela análise de variância com nível de confiança de 95 %, pôde-se observar que os fatores tempo e temperatura e a interação entre os fatores não apresentaram efeitos

significativos nos parâmetros da cor estudados, pelo menos na faixa escolhida de níveis de fatores, como mostra a Figura 28.



**Figura 28.** Diagramas de pareto para os parâmetros de cor “a” (a), “b” (b), “L” (c) e “ $\Delta E$ ” (d)

Pelo teste de *Dunnnett* ao nível de 5% de probabilidade verificou-se que, em comparação com a amostra *in natura*, apenas a amostra submetida a 75 °C por 20 s apresentou diferença significativa no parâmetro “ $\Delta E$ ”, que é calculado a partir dos demais parâmetros. Porém, não se pode afirmar que a alteração foi decorrente do tratamento térmico, já que para os outros tratamentos aplicados não houve alterações no “ $\Delta E$ ”, sendo que 75 °C e 20 segundos foi o tratamento menos intenso.

As alterações nos parâmetros da cor, particularmente desta amostra (75 °C / 20 s), podem ser atribuídas a alguma reação enzimática ocorrida durante a realização da análise. Embora a presença de enzimas que possam promover alterações de cor na polpa de mamão seja praticamente desprezível, a pectinesterase promove alterações visíveis na polpa quando ocorre a gelificação, podendo ocorrer sinerese, tornando a polpa heterogênea em alguns aspectos. Apesar das análises de cor terem sido realizadas imediatamente após o processamento para minimizar a ação destes fatores, a reação da pectinesterase é muito rápida, especialmente nas amostras em que o tratamento não foi suficiente para completa

inativação. Outros fatores não identificados podem ter contribuído para as alterações na amostra em questão.

Rodrigues *et al.* (2003) estudaram o processo de desidratação osmótica de mamão e constataram que os tratamentos aplicados alteraram o parâmetro  $L^*$  (luminosidade). No início do tratamento houve um decréscimo e após 4 horas houve um acréscimo significativo, sendo que em um dos tratamentos aplicados, o acréscimo já começou nas primeiras 4 horas.

Oliveira (2006), em estudo com polpa de umbu pasteurizada, observou que a temperatura afetou de forma significativa o parâmetro  $L^*$  (luminosidade), e a interação tempo e temperatura afetou o parâmetro  $a^*$ , indicando uma tendência ao escurecimento com aumento da temperatura.

Silva e Silva (2000) verificaram que os tratamentos de 70 °C / 5 minutos e 90 °C / 5 minutos em polpa de cupuaçu provocaram uma mudança significativa na cor. A diferença total de cor sofreu um acréscimo e a diferença entre os tratamentos foi significativa. A diferença total de cor foi bem modelada em uma cinética de 1ª ordem.

Lopes (2005) avaliou a degradação dos parâmetros de cor de polpa de pitanga congelada a -18 °C durante um período de 90 dias e verificou um decréscimo significativo nos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e  $\Delta E$ . Neste mesmo estudo, avaliou o efeito do tratamento térmico nos parâmetros de cor através de um planejamento fatorial composto central e verificou que para o parâmetro  $a^*$ , os fatores que apresentaram efeitos significativos a 95 % de confiança foram temperatura (nos modelos linear e quadrático) e interação tempo x temperatura (linear). Para o parâmetro  $b^*$ , os fatores que apresentaram efeitos significativos a 95 % de confiança foram temperatura (quadrático) e tempo (quadrático). O efeito linear da temperatura apresentou maior influência na variação da diferença total de cor ( $\Delta E^*$ ), dentre os efeitos significativos para o modelo.

Barreto (2007) estudou o efeito da aplicação de gases durante amadurecimento no teor de carotenóides e cor de mamão e constatou que a presença dos gases etileno e 1-metilciclopropeno reduziu o teor de carotenóides e favoreceu a biossíntese de carotenóides acíclicos. Entretanto, mesmo com menor teor de carotenóides que o grupo controle, os parâmetros de cor ( $a^*$ ,  $b^*$ ) foram similares nos três grupos durante o amadurecimento.

#### **4.10 Análise sensorial**

Os testes de aceitação e intenção de compra foram realizados nas dependências da Embrapa Agroindústria de Alimentos, com um grupo de 112 consumidores dos quais, 62,5 % foram mulheres e 37,5 % homens, na faixa entre 18 e 65 anos. Embora a pesquisa tenha sido realizada dentro de um centro de pesquisa, os participantes pertenciam a diferentes classes como pesquisadores, analistas de laboratório, funcionários do restaurante, pessoal de serviços gerais, pessoal administrativo, estagiários e operários da construção civil, formando uma população bem heterogênea, como mostra o quadro sócio-demográfico constante no Anexo G.

As amostras foram constituídas de néctares de mamão preparados a partir das polpas *in natura*, pasteurizadas e marcas comerciais. As amostras foram codificadas conforme o Quadro 3.

**Quadro 3.** Codificação das amostras submetidas à análise sensorial

<b>Amostra</b>	<b>Código</b>
<i>In Natura</i>	PIN
<i>Pasteurizado (95°C – 20s)</i>	P1
<i>Pasteurizado (95°C – 60s)</i>	P2
<i>Marca comercial A</i>	MA
<i>Marca comercial B</i>	MB
<i>Marca comercial C</i>	MC
<i>Marca comercial D</i>	MD

As médias obtidas pelas amostras no teste de aceitação e intenção de compra foram submetidas à análise de variância, com intervalo de confiança de 95% e teste de Fisher ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados são apresentados na Tabela 15, que também mostra a porcentagem de aprovação (notas superiores a 5) e reprovação (notas inferiores a 5) das amostras.

**Tabela 15.** Média\* de aceitação\*\* e intenção de compra\*\*\* das amostras e percentual de aprovação e reprovação

<b>Amostra</b>	<b>Aceitação</b>	<b>% Aprovação (notas <math>\geq</math> 5,0)</b>	<b>% Reprovação (notas <math>&lt;</math> 5,0)</b>	<b>Intenção de Compra</b>
	<b>DMS**** = 0,48</b>			<b>DMS = 0,4</b>
P2	6,59 <sup>a</sup>	87,5	12,5	5,17 <sup>a</sup>
P1	6,58 <sup>a</sup>	84,8	15,2	5,13 <sup>ab</sup>
PIN	6,27 <sup>a</sup>	80,4	19,6	4,71 <sup>b</sup>
MC	4,63 <sup>b</sup>	48,2	51,8	3,53 <sup>c</sup>
MD	3,87 <sup>c</sup>	35,7	64,3	2,75 <sup>d</sup>
MA	2,92 <sup>d</sup>	12,3	77,7	2,26 <sup>e</sup>
MB	2,60 <sup>d</sup>	17,0	83,0	1,92 <sup>e</sup>

\*médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Fisher

\*\*1 = desgostei extremamente até 9 = gostei extremamente

\*\*\*1= definitivamente não compraria até 7 = definitivamente compraria

\*\*\*\*DMS = Diferença mínima significativa

As médias de aceitação das amostras P1, P2 e PIN apresentaram diferenças significativas entre as marcas comerciais MA, MB, MC, MD.

Os resultados mostram que a amostra P2 obteve maior média de aceitação e alcançou um percentual de aprovação de 87,5%, seguida da amostra P1 e PIN. Não foi observada diferença significativa entre as amostras pasteurizadas P1 e P2 e a amostra *in natura* (PIN), mostrando que os tratamentos térmicos aplicados foram satisfatórios do ponto de vista

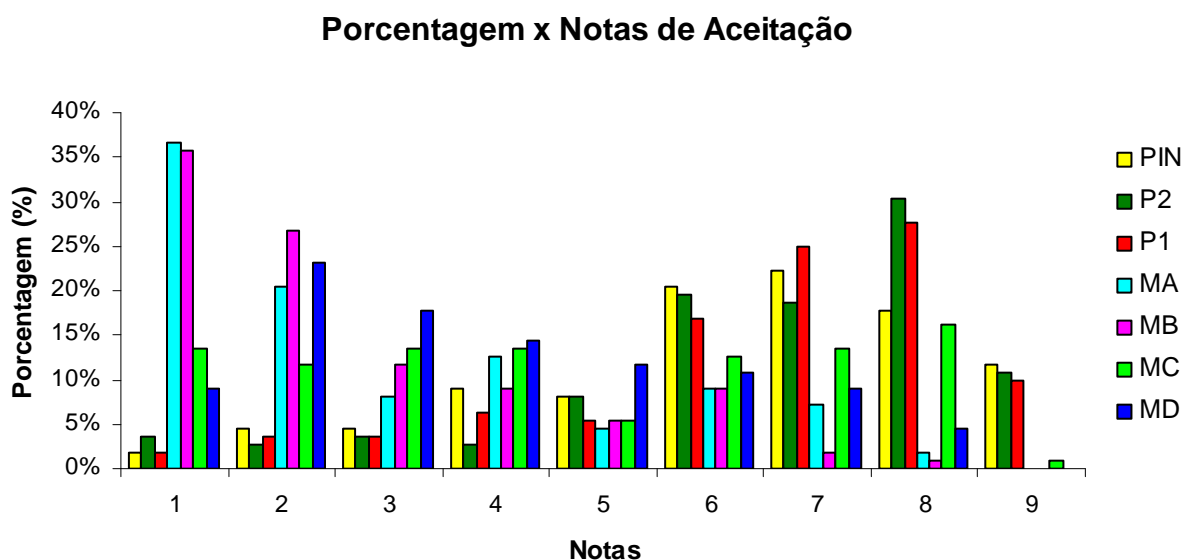
sensorial, já que os efeitos provocados pelos tratamentos não foram perceptíveis e todos apresentaram percentual de aprovação maior que 50%.

As médias de aceitação das amostras MA e MB foram as menores obtidas e não diferiram entre si, mas diferiram significativamente das demais. Estas amostras obtiveram o maior percentual de reprovação, com aproximadamente 80 %.

A média de aceitação da amostra MC apresentou diferença significativa em relação a todas as outras amostras, e obteve quase 50 % de aprovação. A média de aceitação da amostra MD diferiu significativamente das demais e teve um alto índice de reprovação (64,3 %).

As médias de intenção de compra foram compatíveis com as médias de aceitação. É possível observar que as amostras P1 e P2, seguidas da PIN foram as que apresentaram maior média de intenção de compra, enquanto que a amostra MB apresentou a menor média.

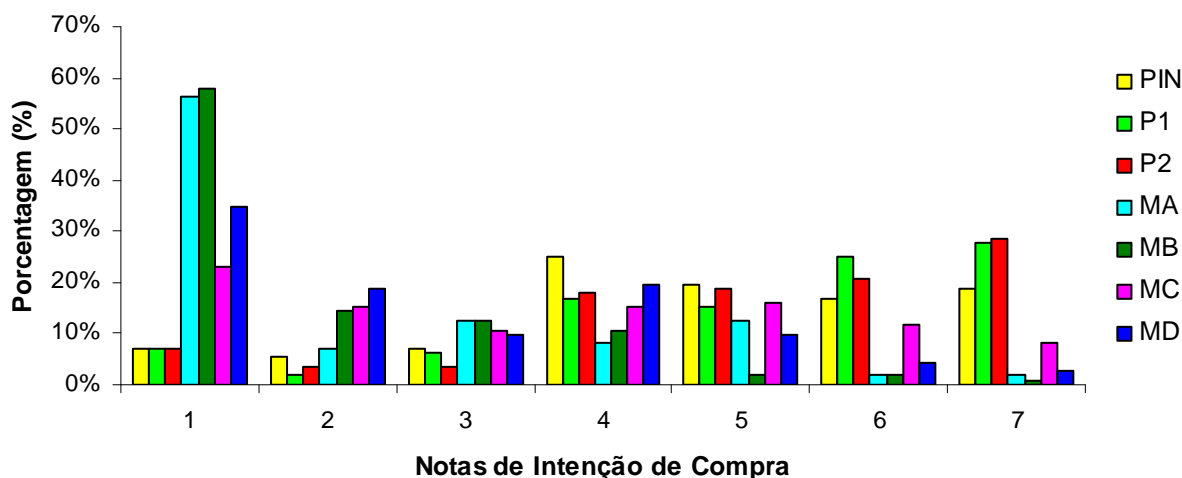
A Figura 29 apresenta o histograma de distribuição de percentagem das notas de aceitação, onde pode-se visualizar a aceitação das amostras PIN, P2, e P1, assim como a rejeição das amostras de marcas comerciais MA e MB, que apresentaram maior percentagem de notas abaixo de 5.



**Figura 29.** Histograma de distribuição de percentagem das notas para aceitação dos participantes

A Figura 30 apresenta o Histograma da percentagem de notas de intenção de compra. Fica evidenciada a rejeição das amostras MA e MB, em que quase 60 % dos consumidores definitivamente não comprariam os néctares de mamão preparados com estas amostras de polpas.

### Porcentagem x Intenção de Compra



**Figura 30.** Histogramas de distribuição de porcentagem das notas para intenção de compra dos participantes

O tratamento dos dados pela análise de variância, embora permita realizar uma avaliação global da preferência do consumidor, não possibilita a avaliar a percepção individual de cada consumidor, pois os resultados são apresentados como média.

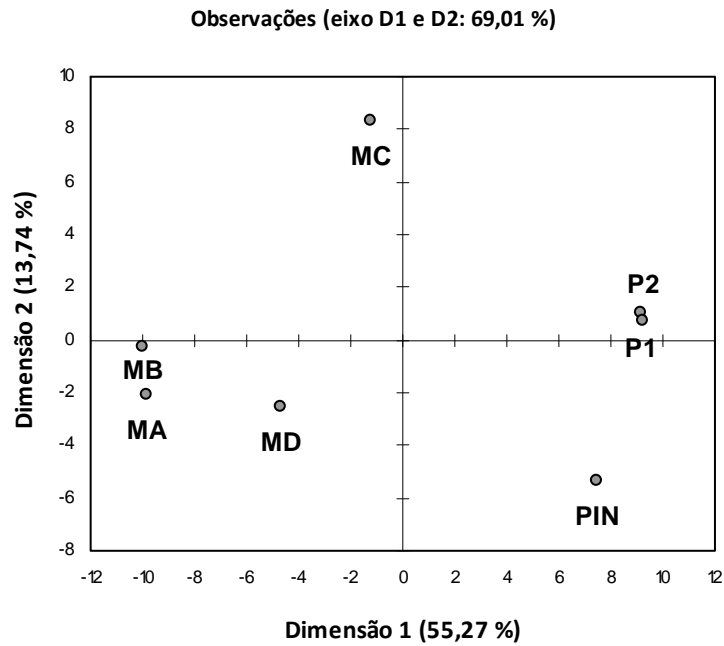
Os Mapas Internos de Preferência (MIP), que são obtidos a partir dos dados de preferência, podem representar a aceitação das amostras e preferência individual dos 112 consumidores, pois geram um espaço multidimensional representado graficamente por dimensões de preferência que explicam a variação total das respostas sensoriais (MARCELLINI, 2005). Permite-se a formação de agrupamentos de consumidores que apresentam comportamento semelhante em relação às variáveis (amostras), representados em gráficos no espaço bidimensional ou tridimensional.

Os dados foram analisados através do software XLSTAT<sup>®</sup>, através da análise de componentes principais.

As duas primeiras dimensões do MIP são capazes de explicar 69,01 % da variabilidade das respostas hedônicas dos consumidores. As dimensões explicam a variação total da aceitação, ou seja, as diferenças de aceitação entre amostras, identificando o indivíduo e suas preferências.

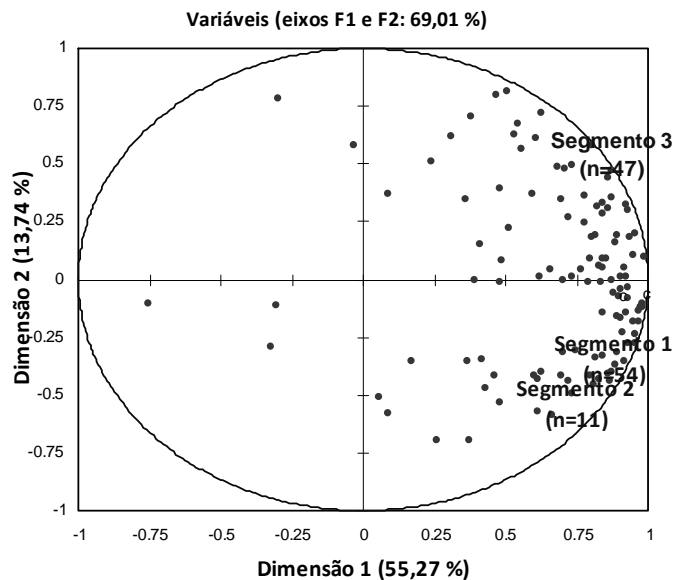
A Figura 31 mostra a posição das amostras dos néctares de mamão preparados a partir da polpa *in natura* (PIN), das polpas pasteurizadas (P1 e P2) e das 4 amostras de polpas comerciais (MA, MB, MC, e MD). Pôde-se avaliar o quanto as amostras estão próximas umas das outras.

A primeira dimensão separou as amostras P1, P2 e PIN das demais, e a segunda dimensão separou a amostra MC das outras amostras avaliadas.



**Figura 31.** Representação gráfica das dimensões 1 e 2 do Mapa Interno de Preferência (MIP).

A Figura 32 representa o MIP, que mostra a posição dos três segmentos formados e a posição dos 112 consumidores que participaram do teste, onde cada ponto representa um consumidor. Pode-se observar que os 3 segmentos formados estão posicionados à direita do MIP, próximos às amostras PIN, P1 e P2, indicando que estas amostras foram preferidas pela maioria dos consumidores.



**Figura 32.** Mapa Interno de Preferência

O ajuste dos dados ao modelo é representado pelo círculo, onde os consumidores posicionados próximos à linha tiveram respostas significativamente ( $p < 0,05$ ) ajustadas. Os consumidores posicionados na parte mais interna do círculo não se ajustaram ao modelo, ou seja, não conseguiram discriminar as amostras em termos de aceitação.

A análise de segmentos permite agrupar os consumidores que tiveram preferências semelhantes. Através do dendograma, apresentado no Anexo H, podemos observar que os consumidores foram segmentados em três grupos, com 54, 47 e 11 consumidores cada um, onde cada segmento representa um grupo de pessoas que apresentara a mesma tendência de médias de aceitação.

Assim os três segmentos podem ser analisados separadamente. As médias de aceitação para cada um dos segmentos são apresentadas na Tabela 16. Estas foram submetidas a ANOVA com intervalo de confiança de 95 % e teste de Fisher com 5 % de probabilidade.

**Tabela 16.** Médias\* de aceitação\*\* das amostras de néctares de mamão para os 3 diferentes segmentos de consumidores

Amostras	Segmento 1 (n=54)	Segmento 2 (n=11)	Segmento 3 (n=47)
<i>PIN</i>	6,87 <sup>a</sup>	6.55 <sup>a</sup>	5.51 <sup>b</sup>
<i>P1</i>	7,04 <sup>a</sup>	3.64 <sup>cd</sup>	6.74 <sup>a</sup>
<i>P2</i>	6,46 <sup>a</sup>	6.09 <sup>a</sup>	6.85 <sup>a</sup>
<i>MA</i>	2,46 <sup>c</sup>	5.27 <sup>ab</sup>	2.89 <sup>d</sup>
<i>MB</i>	2,54 <sup>c</sup>	2.36 <sup>d</sup>	2.72 <sup>d</sup>
<i>MC</i>	2,94 <sup>bc</sup>	4.00 <sup>bc</sup>	6.70 <sup>a</sup>
<i>MD</i>	3,76 <sup>b</sup>	5.27 <sup>ab</sup>	3.66 <sup>c</sup>

\*médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Fisher

\*\*1 = desgostei extremamente até 9 = gostei extremamente

Analisando agora cada segmento, pode-se observar que o segmento 1 representou 48,2 % dos consumidores. As amostras PIN, P1 e P2 foram preferidas por estes consumidores, e as médias não apresentaram diferença significativa entre si, mas diferiram de todas outras ( $p < 0,05$ ). Já as amostras MA, MB e MC obtiveram menor aceitação e não apresentaram diferença significativa entre si. A amostra MD não apresentou diferença significativa em relação à MC, mas diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) das demais amostras.

O segmento 2 é representado por um número menor de consumidores (9,8 %). Este segmento apresentou maior preferência pelas amostras PIN, P2, MA e MD. A média das notas para amostra P1 mostrou-se bem diferente em relação aos segmentos 1 e 3, e apresentou diferença significativa em relação a PIN, P2, MA, e MD. A amostra MB apresentou menor média de aceitação e só não diferiu significativamente da amostra P1.

O segmento 3 representa 42 % dos consumidores. Neste segmento, as amostras P1, P2 e MC apresentaram maior média de aceitação e diferiram significativamente das demais ( $p < 0,05$ ). As amostras MA e MB obtiveram menor aceitação e diferiram das demais. A média da aceitação de MD diferiu de todas as outras amostras e atingiu nível de reprovação.

Foi realizada a segmentação de consumidores que apresentaram notas de intenção de compras próximas. Foram formados três segmentos, que são apresentados no dendograma do Anexo I. Para realização da análise através do software XLSTAT<sup>®</sup> foi necessário descartar 2



consumidores, que apresentaram a mesma nota para todas as amostras, totalizando 110 consumidores.

Foram formados três segmentos. O segmento 1, é representado por 48,2 % dos consumidores, o segmento 2 é formado por 13,6 % e o segmento 3 por 38,2 % dos consumidores.

A Tabela 17 apresenta a análise de variância para cada um dos três segmentos formados, com intervalo de confiança de 95 % de confiança e teste de Fisher com 5 % de probabilidade.

**Tabela 17.** Médias\* de intenção de compras\*\* das amostras de néctares de mamão para os três diferentes segmentos de consumidores

Amostras	Segmento 1 (n=53)	Segmento 2 (n=15)	Segmento 3 (n=42)
<i>PIN</i>	5,30 <sup>a</sup>	4,93 <sup>a</sup>	3,90 <sup>b</sup>
<i>P1</i>	5,58 <sup>a</sup>	3,40 <sup>b</sup>	5,33 <sup>a</sup>
<i>P2</i>	5,47 <sup>a</sup>	3,87 <sup>ab</sup>	5,21 <sup>a</sup>
<i>MA</i>	1,77 <sup>c</sup>	4,27 <sup>ab</sup>	2,07 <sup>c</sup>
<i>MB</i>	1,53 <sup>c</sup>	1,33 <sup>c</sup>	2,55 <sup>c</sup>
<i>MC</i>	2,37 <sup>b</sup>	3,40 <sup>b</sup>	4,98 <sup>a</sup>
<i>MD</i>	2,75 <sup>b</sup>	3,40 <sup>b</sup>	2,45 <sup>c</sup>

\*médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Fisher

\*\*1 = desgostei extremamente até 7 = gostei extremamente

O segmento 1 apresentou maior intenção de compra para as amostras P1, P2 e PIN, apresentando diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação aos outros. As amostras MA e MB apresentaram menor intenção de compra.

Para o segmento 2, as que apresentaram maior média foram as amostras MA e PIN e as que apresentaram menor média foi a MB. Para o segmento 3, P1, P2 e MB apresentaram maior média, enquanto que a MA foi a mais rejeitada. Estes resultados mostraram que o segmento 2 é o que apresenta notas de intenções mais distintas dos demais. Fazendo uma relação com o segmento 2 da análise de aceitação, a amostra MA também obteve uma nota satisfatória, contrariando os outros segmentos.

De forma geral, as análises de intenção de compra estão de acordo com as análises de preferência, tendo em vista que as amostras P1, P2 e PIN foram as que tiveram melhor aprovação.

Shinagawa (2009) avaliou a qualidade sensorial de mamão Formosa através de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ). Nos testes, foram comparados néctares produzidos a partir de polpa *in natura*, pressurizada a 300 MPa / 25°C por 5 minutos, pasteurizada a 92 °C / 40 segundos e polpas comerciais. Entre os atributos analisados, não foi observada diferença significativa entre os néctares *in natura*, pressurizado e pasteurizado em relação a “sabor característico”, “aroma característico”, “cor laranja característico”, “consistência” e “sabor cozido”. Para os atributos “presença de grumos” e “gosto doce”, houve diferença significativa, sendo que o néctar pasteurizado apresentou maior “sabor doce” comparado ao

pressurizado e ao *in natura*. Em relação ao “sabor” e “aroma”, as 4 amostras de marcas comerciais apresentaram-se pouco características.

Sacramento *et al.* (2008) avaliaram a aceitação de néctar misto de mamão e araçá-boi e, para todos os atributos avaliados (sabor, consistência, cor e aroma), as formulações preparadas com maior proporção de mamão obtiveram melhor aceitação.

Della Torre *et al.* (2003) avaliaram sensorialmente suco de laranja pasteurizado em laboratório (87 °C / 58,5 s), comparando com suco de 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 de marca comercial devido às características mais próximas com o suco de laranja natural.

Santana *et al.* (2003) realizaram a avaliação tecnológica de frutos de mamão *Golden* na forma de sorvete e, através da análise sensorial, os genótipos melhorados demonstraram elevada aceitação para todos os atributos avaliados. As diferenças observadas pelos provadores entre os genótipos menos atraentes como fruto de mesa, não foram percebidas quando apresentados na forma de sorvete, mostrando ser uma excelente alternativa para o aproveitamento da fruta.

Martins *et al.* (2007) avaliaram a influência do tratamento térmico nas características sensoriais de néctar misto de tomate e acerola e verificaram que tanto para aceitação global quanto para intenção de compra, não houve diferença significativa entre os néctares pasteurizados e não pasteurizados.

Mattietto (2005) desenvolveu um néctar misto de cajá e umbu e, através da análise de aceitação e intenção de compra, constatou que a amostra não pasteurizada apresentou menor aceitação em comparação às amostras pasteurizadas, indicando que os consumidores já se habituaram a um sabor de pasteurizado nos sucos de frutas industrializados.

De certa forma, a maior aceitação das amostras *in natura* e pasteurizadas na planta piloto em relação às marcas comerciais, além de serem atribuídas a um planejamento adequado do processo térmico, também podem ser relacionadas à qualidade da matéria-prima, já que os frutos adquiridos para o processo normalmente são destinados ao consumo *in natura* e apresentam melhor qualidade em relação à matéria-prima que geralmente é utilizada nas indústrias processadoras de polpas.

Contudo, o maior objetivo foi alcançado, já que foi possível produzir uma polpa pasteurizada com qualidade sensorial semelhante à da polpa *in natura*.

## 5 CONCLUSÕES

- A enzima pectinesterase se mostrou bastante resistente ao tratamento térmico e somente os tratamentos a 95°C / 20 s e 95 °C / 60 s conseguiram atingir o percentual de redução desejado, acima de 95 %. Na região abrangida pelos níveis de fatores escolhidos, a temperatura foi o único que apresentou um efeito linear significativo ( $p < 0,05$ ) na redução da atividade desta enzima.
- Do ponto de vista microbiológico, os tratamentos empregados promoveram uma redução na ordem de  $10^3$  na contagem de fungos e leveduras presentes na polpa de mamão, tornando-a segura para os consumidores e de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação vigente.
- A temperatura e tempo de processo, na faixa observada pelo planejamento fatorial, não apresentaram efeitos lineares significativos ( $p > 0,05$ ) nas variáveis físico-químicas estudadas (pH, SS, acidez) e nos parâmetros da cor ( $L$ ,  $a$ ,  $b$  e  $\Delta E$ ).
- De modo geral, as características nutricionais não foram afetadas pelos tratamentos aplicados, sendo que os teores de carotenóides, vitaminas, capacidade antioxidante e compostos fenólicos não sofreram decréscimo significativo em relação à polpa *in natura*, com exceção de alguns casos específicos. O tempo e a temperatura de processo não apresentaram efeitos lineares significativos ( $p > 0,05$ ) nas variáveis estudadas, pelo menos na faixa utilizada de valores dos fatores.
- Na análise sensorial, não houve diferença significativa entre as médias de aceitação dos néctares produzidos a partir das polpas *in natura* e processadas a 95°C / 20 s e 95°C / 60, indicando que os consumidores não puderam perceber alterações sensoriais provocadas pelo tratamento térmico. O Mapa Interno de Preferência mostrou uma tendência de preferência por estas amostras, que apresentaram boa aceitação. As marcas comerciais avaliadas não apresentaram boa aceitação.

## 6 RECOMENDAÇÕES DE PESQUISA

- Estudar a cinética de inativação térmica de microrganismos termorresistentes na polpa de mamão a 95°C.
- Realizar estudo de vida de prateleira da polpa de mamão, a fim de avaliar as alterações na qualidade do produto durante armazenamento, assim como a cinética de degradação de nutrientes.
- Avaliar o efeito do processamento térmico nas propriedades reológicas da polpa de mamão.
- Realizar a validação do processo em plantas industriais.

## 7 REFERÊNCIAS

ALKORTA, I.; GARBISU, C.; LLAMA, M. J.; SERRA, J. L. Industrial applications of pectic enzymes: a review. **Process Biochemistry**, v. 33, p. 21-28, 1997.

ALMEIDA, R. F.; MARTINS, M. L. L.; RESENDE, E. D.; VITORAZI, L. A. C.; PINTO, L. K. A. Influência da temperatura de refrigeração sobre as características químicas do mamão cv. "Golden". **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n.3, p.577-581, 2006.

ALMORA, K.; PINO, J. A.; HERNANDEZ, M.; DUARTE, C.; GONZALEZ, J.; RONCAL, E. Evaluation of volatiles from ripening papaya (*Carica papaya* L., var. *Maradol roja*). **Food Chemistry**, v.86 , p.127-130, 2004.

ALVES, R. E.; SOUZA FILHO, M. S. M.; BASTOS, M. S. R.; FILGUEIRAS, H. A. C.; BORGES, M. F. Pesquisa em processamento mínimo de frutas no Brasil. In: Encontro Nacional Sobre Processamento de Frutas e Hortaliças, 2., 2000. **Palestras...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p. 75-88.

American Association of Cereal Chemists (AACC). **Approved methods**. 9<sup>th</sup> ed., 1995, v.2.

ANDRADE, S. R. R. **Processamento Mínimo do Mamão (*Carica papaya* L.): Efeito de aditivos químicos e atmosfera modificada na qualidade do produto**. 2006. 178 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

ANDREWS, W.H.; FLOWERS, R.S.; SILLIKER, J.; BAILEY, J.S.; *Salmonella*. In: DOWENS, F.P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4ed. Washington, D.C.: APHA, 2001, Chapter 37. p. 357-380.

APHA. **Compendium for the Microbiological Examination of Foods**, 4ed. Washington, D.C.: APHA, 2001.

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.

Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of the Association of Agricultural Chemists**. 18 ed. Washington, 2005. 2v.

ATKINS, C.D.; ROUSE, A.H. Time-temperature relationships for heat inactivation of pectinesterase in citrus juices. **Food Technology**, Chicago, v. 7, n. 12, p. 489-491, 1953.

BADOLATO, G. C. **Tratamento térmico mínimo do suco de laranja natural: cinética da inativação da pectinesterase**. 2000. 157p. Dissertação (Mestrado em Engenharia)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

BADOLATO, M. I. C. B.; SABINO, M.; LAMARCO, L. C. A. ; ANTUNES, J. L.F. Estudo comparativo de métodos analíticos para determinação de ácido ascórbico em sucos de frutas

naturais e industrializados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.16, n.3, p.206-210, 1996.

BARRETO, G. P. M. **Carotenóides e compostos bioativos: relação com propriedades anti-radical livre e corante em frutas tropicais**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008. Resumo.

BARROS, E. M.; PIMENTA, S. M.; VENTURINI FILHO, W. G. Rendimento e caracterização físico química de polpa de mamão (*Carica papaya L.*) In: Brazilian Meeting on Chemistry of Food and Beverages, 7. 2008, Lorena. **Book of abstracts of the Brazilian Meeting on Chemistry of Food and Beverages**. Lorena, USP- EEL, 2008. p.247

BARROS NETO, B.; SCARMINO, I. S.; BRUNS, R. E. **Como fazer experimentos**. 3. ed. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2007. 480 p.

BELITZ, H. D.; GROSH, W. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1997.

BHASKARACHARY, K.; RAO, S.; DEOSTHALE, Y. G.; REEDY, V. Carotene content of some common and less familiar foods of plant origin. **Food Chemistry**, n. 54, p.189-193, 1995.

BLOMHOFF, R.; CARLSEN, M. H.; ANDERSEN, L. F.; JACOBS, D. R. JR. Health benefits of nuts: Potential role of antioxidants. **British Journal of Nutrition**, v. 96, n.2, p. 52 – 60, 2006.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília-DF, 10 jan. 2000. Seção 1, p. 54.

BRASIL. Ministério da Saúde. RDC ANVISA nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico Sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, 10 jan. 2001. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. RDC ANVISA nº 269 de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e Minerais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, D.F., 22 set. 2005. Seção 1.

BUENO, S. M.; LOPES, M. R. V.; GRACIANO, R. A. S.; FERNANDES, E. C. B.; GARCIA-CRUZ, C. H. Avaliação da qualidade de polpas de frutas congeladas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, n. 61, p. 121-126, 2002.

CALADO, V. M. A. ; MONTGOMERY, D. C. **Planejamento de Experimentos Usando o Estatística**. 01. ed. Rio de Janeiro: e-papers, 2003. v. 01. 260 p

CANINI, A.; ALESIANI, D.; D'ARCANGELO, G.; TAGLIATESTA, P. Gas chromatography–mass spectrometry analysis of phenolic compounds from *Carica papaya L.* leaf. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, 584–590, 2007

CANO, M. P.; ANCOS, B.; LOBO, G. Peroxidase and polyphenoloxidase activities in papaya during postharvest ripening and after freezing/thawing. **Journal of Food Science**, v. 60, n.4, p.815-817, 1995.

CASTALDO, D.; QUAGLIUOLO, L.; SERVILLO, L.; BALESTRIERI, C.; GIOVANE, A. Isolation and characterization of pectin methylesterase from apple fruit. **Journal of Food Science**, v. 54, n. 3, p. 653-655, 1989.

CASTENMILLER, J. J.; WEST, C. E. Bioavailability and bioconversion of carotenoids. **Annual Review of Nutrition**, n.18, p. 19-38, 1998.

CATUNDA JÚNIOR, F. E. A.; SANTOS, L. T. G. , MATOS, C. R. R.; OLIVEIRA, J. G.; SCHRIPEMA, J. Análise dos constituintes químicos voláteis e fixos da polpa de mamão em híbridos UENF/CALIMAN. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Sociedade Brasileira de Química. 30, 2007, Águas de Lindóia. **Anais eletrônicos...** Águas de Lindóia, SBQ, 2007. Disponível em: <<http://sec.sbq.org.br/cdrom/30ra/resumos/T0013-1.pdf>> Acesso em: 08 dez. 2008.

CHAROENSIRI, R.; KONGKACHUICHAI, R.; SUKNICOM, S.; SUNGPUAG, P.; Beta-carotene, lycopene, and alpha-tocopherol contents of selected thai fruits. **Food Chemistry**, v.113, p. 202–207, 2009.

CHEN, B.H.; PENG, H. Y.; CHEN, H. E. Changes of carotenoids, color and vitamin A content during processing of carrots juice. **Jornal of Agricultural and Food Chemistry**, v.43, p. 1912-1918, 1995.

COLLET, L.S.F.C.A.; SHIGEOKA, D. S.; BADOLATO, G. G.; TADINI, C. C. A kinetic study on pectinesterase inactivation during continuous pasteurization of orange juice. **Journal of Food Engineering**, v. 69, p. 125-129, 2005.

CORRAL-AGUAYO, R.D.; YAHIA E. M.; CARRILLO-LOPEZ, A.; GONZALEZ-AGUILAR, G. Correlation between Some Nutritional Components and the Total Antioxidant Capacity Measured with Six Different Assays in Eight Horticultural Crops. **Jornal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 22, p. 10498-10504, 2008.

COSTA, A. F. S. C.; BALBINO, J. M S. Características da fruta para qualidade e exportação. In: FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U. (Org.). **Frutas do Brasil: Mamão – Pós-Colheita**. 1. ed. Brasília, D. F.: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. Capítulo 2. p. 12 – 18.

DANTAS, M.I.S.; MINIM, V.P.R.; PUSCHMANN, R.; CARNEIRO, J.D.S.; BARBOSA, R.L. Mapa de preferência de couve minimamente processada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 101-103, 2004.

DANTAS, J. L. L. Cultivares. In: TRINDADE, A. V. (Org.). **Frutas do Brasil - Mamão Produção: Aspectos Técnicos**. 3 ed. Brasília: Embrapa Comunicação Para Transferência De Tecnologia, 2000, v. 3.

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.

DE MARTIN, Z. J.; OLIVEIRA, N.; KATO, K.; GALEB, S.E.A.; SILVA, S.D.; LAZZARINE, V. Descascamento mecânico do mamão e processamento do purê asséptico. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 8, n. 1, p. 409-436, 1977.

DRAGSTED, L. O., KRATH, B., RAVN-HAREN, G., VOGEL, U. B., VINGGAARD, A. M., JENSEN, P. B. Biological effects of fruits and vegetables. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 65, p. 61-67, 2006.

DUTRA, A. S.; FURTADO, A. A. L.; OIANO-NETO, J.; PACHECO, S.; ARAÚJO, M. C. P. Efeito do processamento térmico na concentração de carotenóides e na capacidade antioxidante do suco de tangerina var. Murcott. In: Brazilian Meeting on Chemistry of Food and Beverages, 7. 2008, Lorena. **Book of abstracts of the Brazilian Meeting on Chemistry of Food and Beverages**. Lorena, USP- EEL, 2008. p.231

EL-AOUAR, A. A.; AZOLBEL, P. M.; MURR, F. E. X. Influência do pré-tratamento osmótico na qualidade de mamão formosa (*Carica papaya* L.) seco. In: XXXI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 31, 2002. **Anais eletrônicos...** Salvador, 2002. Disponível em: <<http://www.repdigital.cnptia.embrapa.br/bitstream/CPATSA/25478/1/OPB393.pdf>> Acesso em: 10 jan. 2009.

ERDMAN, J. W. JR.; POOT, C. L.; DIETZ, J. M. Factors affecting the bioavailability of vitamin A carotenoids and vitamin E. **Food Technology**, v. 42, p. 214-219, 1988.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **Foodstuffs- Determination of vitamin B2 by HPLC**. EN14152:2003. Brussels, 2003.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **Foodstuffs- Determination of vitamin B1 by HPLC**. EN14122:2003. Brussels, 2003.

FAGUNDES, G. R.; YAMASHINI, O. K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo *Solo* comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 541-545, 2001.

FAYYAZ, A.; ASBI, B. A.; GHAZALI, Y. B.; CHE MAN, Y. M.; JINAP, S. Stability studies of papaya pectinesterase. **Food Chemistry**, United Kingdom, n. 53, 1995, p. 391-396.

FAYYAZ, A.; ASBI, B. A.; GHAZALI, Y. B.; CHE MAN, Y. M.; JINAP, S. Kinetics of papaya pectinesterase. **Food Chemistry**, United Kingdom, n. 53, 1995, p. 129-135.

FEITOSA, T.; BASTOS, M. S. R.; OLIVEIRA, M. E. B.; MUNIZ, C.; RODRIGUES, B.; FERREIRA, H.; ABREU, S. C. Qualidade microbiológica de polpas de frutas produzidas e comercializadas nos estados da Paraíba e Pernambuco. **Higiene Alimentar**, v.13, n. 66/67, p.111-115, 1999.



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

FERNANDES, A. G. **Alterações das características químicas e físico-químicas do suco de goiaba (*Psidium guajava* L.) durante o processamento**. 2007. 84 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

FERNANDES, A. G.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; COSTA, J. M. C. C.; FIGUEIREDO, R. W.; PRADO, G. M. Comparação dos teores em vitamina C, carotenóides totais, antocianinas totais e fenólicos totais do suco tropical de goiaba nas diferentes etapas de produção e influência da armazenagem. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.18, n.4, p. 431-438, 2007.

FLOWERS, R.S.; D'AOUST, J-Y.; ANDREWS, W.H.; BAILEY, J.S. *Salmonella*. In: VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D.F. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3.ed. Washington, D.C.: APHA, 1992. Cap. 25. p.371-422.

FRANKE, A. A.; CUSTER, L. J.; ARARAKI, C.; MURPHY, S. P. Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables consumed in Hawaii. **Journal of Food Composition and analysis**, v.17, p.1-35, 2004.

FURTADO, A. A. L.; DUTRA, A. S.; PACHECO, S.; OIANO NETO, J.; GODOY, R. L.O. Avaliação do efeito do tratamento térmico sobre a concentração de beta-caroteno em pimenta (*Capsicum*) *In natura* e processada. In: Congresso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 20, 2006, Curitiba. **Anais eletrônicos...** Curitiba, SBCTA, 2006. CD-ROM.

FURTUNATO, A. A. **Estudo da cinética da inativação térmica da pectinesterase e peroxidase presentes na polpa de cajá**. 2002. 85 p. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Química)- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2002.

GEBHARDT S. E.; THOMAS, R. G. **Nutritive value of foods**. USDA, Agricultural Research Service, Home and Garden Bulletin, n. 72, 2002.

GOES, M. E. P. L. **Determinação de ácidos graxos em frutos tropicais**. 1992. 48p. Dissertação. (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal do Ceará. Ceará, 1992.

GONÇALVES, J. R.; GERMER, S. P. M. **Princípios de Esterilização de Alimentos**. Campinas: Ital – Rede de núcleo de informações tecnológicas, 1995.

HALVORSEN, B. L., CARLSEN, M. H., PHILLIPS, K. M., HOLTE, K., JACOBS, D. R., JR.;BLOMHOFF, R. Content of redox-active compounds (ie, antioxidants) in foods. **The American Journal of Clinical Nutrition**. v. 84, p. 95-135, 2006.

HERNÁNDEZ, Y.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. Factors affecting sample extraction in the liquid chromatographic determination of organic acids in papaya and pineapple. **Food Chemistry**, v. 114, n.2, p. 734- 741, 2009.

HUGHES, D. A. Dietary carotenoids and human immune function. **Nutrition**, n. 17, p. 823–827, 2001

Hunter Associates Laboratory; Isaza. Principios Básicos de medida y percepción de color. Disponível em: <<http://www.hunterlab.com/pdf/color-s.pdf>> Acesso em: 07 jan. 2009.

HUTCHINGS, J. The perception and sensory assessment of colour. In: MACDOUGALL, D. B. **Colour in food: Improving quality**. Boca Raton: CRC Press, 2002. p. 9-30

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Comunicado social**. Brasil: IBGE, 2007. Disponível em: <[www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticiaimpressao.php?id\\_noticia=998](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticiaimpressao.php?id_noticia=998)>. Acesso em: 6 de março de 2008

JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A.; BRACKMANN, A.; CASTRO, P. R. de C. Amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. **Scientia Agricola**, v.59, n.2, p.303-308, abr./jun. 2002

JARAMILLO-FLORES, M. E.; GONZÁLEZ-CRUZ, L., CORNEJO-MAZÓN, L.; DORANTES-ÁLVAREZ, L.; GUTIÉRREZ-LÓPEZ, G.F.; HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, H. Effect of thermal treatment on the antioxidant activity and content of carotenoids and phenolic compounds of cactus pear cladodes (*Opuntia ficus-indica*). **Food Science and Technology International**, v.9, n. 4, p.271 – 278, 2003.

JAYANI, R.S.; SHIVALIKA, S.; GUPTA, R. Microbial pectinolytic enzymes: a review. **Process Biochemistry**, n. 40, 2005, p. 2931–2944

JIANG, C. M; WU, M.C.; WU, C. L. & CHANG, H. M. Pectinesterase and polygalacturonase activities and textural properties of Rubbery Papaya (*Carica papaya* Linn.) **Journal of Food Science**,v. 68, n. 5, 2003, p. 1590 -1594.

JOSHI P. Colour measurement of foods by colour Reflectance. In: **Colour in food: Improving quality**. Boca Raton: CRC Press, 2002. p. 80 -114.

KECHINSKI, C. P. **Avaliação do uso ozônio e outros tratamentos alternativos para conservação do mamão papaia (*Carica papaya* L.)**. 2007. 110 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

KERTESZ, Z. I. Pectic Enzymes. In: **Methods in enzymology**. Colowick, S. P. Kaplan, N. O. New York: Academic Press, v. 1, p. 158 – 162. 1955.

KIM, H. B.; TADINI, C. C.; SINGH, R. K. Effect of different pasteurization conditions on enzyme inactivation of orange juice in pilot-scale experiments. **Journal of Food Process Engineering**, n. 22, p. 395-403, 1999.

KIMURA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; YOKOYAMA, S.M. Cultivar differences and geographic effects on the carotenoid composition and vitamin A value of papaya. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, n.24, p. 415–418, 1991.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, p. 726-732, 2005.

KWOK, K-C.; LIANG, H-H. e NIRANJAN, K. Optimizing Conditions for Thermal Processes of Soy Milk. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Washington D.C., v. 50, n. 17, p. 4834-4838, 2002.

LABIB, A. S.; EL ASHWAH, F. A.; OMRAN, H. T. & ASKAR, A. Heat-inactivation of mango pectinesterase and polygalacturonase. **Food Chemistry**, 53, p. 137-142, 1995.

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

LOPES, A. S. **Pitanga e acerola: estudo de processamento, estabilidade e formulação de néctar misto**. 2005. 175p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos)- Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2005.

LOPES, R. C. S. Q. **Diagnóstico da situação atual e das dificuldades de implantação de sistemas de garantia da segurança de alimentos em micro e pequenas empresas de polpas de frutas**. 2008. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

MACDOUGALL, D. B. **Colour in food: Improving quality**. Boca Raton: CRC Press, 2002.

MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; SANTOS, G. M.; SILVA, D. S.; FERNANDES, A. G.; PRADO, G. M. Efeito do processamento sobre componentes do suco de acerola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n.1, p. 787-792, 2007.

MAGALHÃES, M. M. A. **Estudo Cinético da inativação térmica de enzimas termorresistentes, com ou sem adição de sacarose, na polpa de mamão Formosa (*Carica papaya* L.) acidificada e o estabelecimento do processamento térmico requerido**. 1992. 156p. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1992.

MAHATTANATAWEE, K.; MANTHEY, J. A, LUZIO, G.; TALCOTT, S. T.; GOODNER, K. ; BALDWIN, E. Total antioxidant activity and fiber content of select Florida-grown tropical fruits. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 54, n. 19, p. 7355 – 7363, 2006

MANHÃES, L. R. T. **Caracterização da polpa de buriti (*mauritia flexuosa*, mart.): um potente alimento funcional**. 2007. 65 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

MARCELLINI, A. M. B. **Desenvolvimento de suco de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merril) através da tecnologia de alta pressão hidrostática**. 2005. 113 p. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2005.

MARTINS, L. H. S.; GONÇALVES, A. C. S.; CARVALHO, A. V. ; MATTIETTO, R. A. Elaboração e aceitação sensorial de néctar misto de acerola e tomate. In: Reunião Anual da SBPC, 59, Belém, 2007. **Anais eletrônicos...** SBPC / UFPA, Belém, 2007. Disponível em: <<http://www.servicos.sbpcnet.org.br/sbpc/59ra/senior/livroeletronico/resumos/R6153-1.html>> Acesso em: 10 de janeiro de 2009.

MARX, M.; STUPARIC, M.; SCHIEBER A.; CARLE, R. Effects of thermal processing on trans-cis-isomerization of  $\beta$ -carotene in carrot juices and carotene-containing preparations. **Food Chemistry**, v. 83, n. 4, p. 609-617, 2003.

MATTIETTO, R. A. **Estudo tecnológico de um néctar misto de cajá (*Spondias Lutea* L.) e umbu (*Spondias Tuberosa*, Arruda Câmara).** 2005. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MELLO, J. S. R.; CASTRO, I. M. Método Alternativo para determinação de açúcares utilizando coluna de troca iônica. In: Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos, 3. 1999, Campinas. **Livro de Resumos...** Campinas: UNICAMP, 1999. p. 48

MILLER, N. J. ; SAMPSON, J. A., CANDEIAS, L. P. B, BRAMLEY P. M. C; RICE-EVANS, C. A. Antioxidant activities of carotenes and xanthophylls. **FEBS Letters**, n. 384, p. 240-242, 1996.

MONTEIRO, S. Vitórias e desafios. **Revista Frutas e Derivados - IBRAF**, São Paulo, v.1, n.2, p. 14 – 17, jun., 2006

NASCIMENTO, A. R.; MOUCHREK FILHO, J. E.; MARINHO, S. C.; MARTINS, A. G. L. , SOUZA, M. R.; SILVA, W. CASTILLO, F. A. ; OLIVEIRA, M. B. Incidência de microrganismos contaminantes em polpas de frutas comercializadas *in natura* em feiras livres da cidade de São Luís/MA. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 249-258, 2006.

NATH, N.; RANGANNA, S. Determination of a thermal process schedule for guava (*Psidium guajava* Linn.). **Journal of Food Technology**, v.18, p. 301-316, 1983.

NDHLALA, A. R.; MUCHUWETI, M.; MUPURE, C.; CHITINDINGU, K.; MURENJE, T.; KASIYAMHURU, A.; BENHURA, M. A. Phenolic content and profiles of selected wild fruits of Zimbabwe: *Ximenia caffra*, *Artobotrys brachypetalus* and *Syzygium cordatum*. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 43, p.1333–1337, 2008.

NEPA (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação). **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2004. 42p.

NGUYEN, M.; FRANCIS, D.; SCHWARTZ, S. Thermal isomerization susceptibility of carotenoids in different tomato varieties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, p. 910–917, 2001.

NIIZU, P. Y. **Fontes de carotenóides importantes para a saúde humana**. 2003. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

NISHA, P.; SINGHAL, R. S.; PANDIT, A. B. A study on degradation kinetics of riboflavin in green gram whole (*Vigna radiata L.*). **Food Chemistry**, United Kingdom, v. 89, p. 577–582, 2005.

NISHA, P.; SINGHAL, R. S., PANDIT, A. B. A study on the degradation kinetics of riboflavin in spinach (*Spinacea oleracea L.*). **Journal of Food Engineering**, New York, v. 67, n. 4, p. 407–412, 2005.

OLIVEIRA, E. A. **Efeitos da pasteurização térmica sobre as características químicas, físico-químicas, sensoriais e reológicas da polpa de umbu.** 2006. 75p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

OTTAWAY, P. B. The stability of vitamins during food processing. In: HENRY, C. J. K; CHAPMAN, C. **The nutrition handbook for food processors.** Boca Raton, CRC Press, 2002. p. 247-264.

PLAZA, L.; DUVETTER, T.; MONFORT, S.; CLYEN, E.; SCHOOF, L. ; VAN LOEY, A. M.; HENDRICKX, M. E. Purification and thermal and high-pressure inactivation of pectinmethylesterase isoenzymes from tomatoes (*Lycopersicon esculentum*): a novel pressure labile isoenzyme. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 55, p. 9529-9265, 2007.

PENTEADO, A. L. **Incidência e desenvolvimento de *Salmonella ssp.* e *Listeria ssp.* em frutas de baixa acidez.** Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2003. 117 p.

PINTO, D. M. **Qualidade de produtos minimamente processados comercializados em diferentes épocas do ano.** 2007. 116 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

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

RAO, A.V.; AGARWAL S. Role of oxidant lycopene in cancer and heart disease. **Nutrition Research**, Indianopolis, v.19, n.2, p.305-323, 1999.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M. and RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 26, n. 9-10, p. 1231–1237, 1999.

RIBANI, R. H. **Compostos fenólicos em erva-mate e frutas.** 2006. 138 p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

ROCHA, H. C.; MENEZES, J. B. ; NASCIMENTO, S. R. C.; NUNES, G. H. S. Qualidade do mamão ‘formosa’ submetido a diferentes temperaturas de refrigeração. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 1, p.75-80, 2007.

RODRIGUES, A.C.C.; CUNHA, R. L.; HUBINGER, M. D. Rheological properties and colour evaluation of papaya during osmotic dehydration processing. **Journal of Food Engineering**, v. 59, p. 129–135, 2003.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B., **A Guide To Carotenoid Analysis In Foods**. Washington D. C.: USAID- ILSI, 2001. 72 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, H.; GODOY, H. T.; AMAYA-FARFANA, J. Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoids composition. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, 2008, p. 445–463

ROSENTHAL, A.; MATTA, V. M. ; CABRAL, L. M. C. ; FURTADO, A. A L. Polpa de frutas. In: Embrapa Informação Tecnológica. (Org.). **Polpa e suco de frutas: iniciando um pequeno grande agronegócio agroindustrial**. Processo de produção.1. Brasília: Embrapa, 2003, v., p. 10-22.

ROSA, J. S. **Desenvolvimento de um método rápido para análise de vitamina C por cromatografia líquida de alta eficiência utilizando coluna de troca iônica**. 2005. 88p. Dissertação (Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2005.

ROUSE, A. H; ATKINS, C. D. Heat inactivation of pectinesterase in citrus juices. **Food Technology**, Chicago, v.6, n.8, p.291-294, 1952.

ROUSE, A. H; ATKINS, C. D. Further results from a study on heat inactivation on pectinesterases in citrus juices. **Food Technology**, v. 7, n. 6, p. 221-223, 1953.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical ABTS<sup>o+</sup>. **Comunicado Técnico on line**, Fortaleza, n. 128, 2007. Disponível em: <<http://www.cnpat.embrapa.br/>> Acesso em: 5 jul. 2008.

SACRAMENTO, C. K.; SOARES, E. C.; PINTO, E. G.; PINTO, E. G.; SOARES, R. D.; CHAVES, M. D. Néctar de mamão e araçá-boi - análise sensorial e aceitação. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura. 20, 2008, Vitória. Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture. 54, 2008, Vitória. **Anais eletrônicos...** Vitória, 2008. Disponível em: <[http://200.137.78.15/cd\\_XXCBF/paginas/ProcessAgro/20080731\\_162715.pdf](http://200.137.78.15/cd_XXCBF/paginas/ProcessAgro/20080731_162715.pdf)> Acesso em: 21 de janeiro de 2009.

SAMPEDRO, F.; RODRIGO, D.; HENDRICKX, M. Inactivation kinetics of pectin methyl esterase under combined thermal–high pressure treatment in an orange juice–milk beverage **Journal of Food Engineering**, v. 86, p. 133–139 , 2008.

SANCHO, S. O. **Efeito do processamento sobre as características de qualidade do suco de caju (*Anacardium occidentale* L.)**. 2006. 137 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

SANTANA, L.R.R.; MATSUURA, F.C.A.U.; CARDOSO, R.L. Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya* L.): avaliação tecnológica dos frutos na forma de sorvete. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23 (Supl), p. 151-155, 2003.

SANTANA, L.R.R.; MATSUURA, F.C.A.U.; CARDOSO, R.L. Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya* L.): avaliação sensorial e físico-química dos frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 217-222, 2004.

SCHIEBER, A.; CARLE, R. Occurrence of carotenoids cis-isomers in food: Technological, analytical, and nutritional implications. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16, 416–p. 422, 2005.

SENTANIN, M. A.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de carotenóides em mamão e pêsego determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n.1, 2007.

SETIAWAN, B.; SULAEMAN, A.; GIRAUD, D. W.; DRISKELL, J. A. Carotenoid Content of Selected Indonesian Fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 14, p. 169-176, 2001.

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

SILVA, F. V. M.; GIBBS, P. Target selection in designing pasteurization processes for shelf-stable high-acid fruit products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 44, n. 5, p. 353-360, 2004.

SILVA, F. M.; SILVA, C. L. M. Quality evaluation of cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) purée after pasteurization and during storage. **Food Science and Technology International**, v. 6, n.1, p.53-58, 2000.

SINGH, R.P.; HELDMAN, D. R. **Introducción a la ingeniería de los alimentos**. 2ª ed. Zaragoza: Editorial Acribia, 1997.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, p.144-168, 1965.

SLONGO, A. P. **Estudo da influência de diferentes fatores na termorresistência do fungo *Neosartorya fisheri* em sucos tropicais**. 2004. 125p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

SOLER, M. P. ; DE MARTIN, Z.J.; FERNANDES, M.H.C.; MORI, E.E.M.; FERREIRA, V.L.P. Influência dos processos de descascamento na qualidade do purê de mamão da variedade *Solo*. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 107-123, 1985.

SOUZA, B. S.; DURINGAN, J. F. Processamento mínimo de Mamão. In: MORETTI, C. L. (Org.) **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília : Embrapa Hortaliças, 2007. Capítulo 13, p. 263 – 270.

SOUSA, P. H. M.; ALMEIDA, M. M. B.; FERNANDES, A.G.; MAIA, G. A.; MAGALHÃES, A. C.; LEMOS, T. L. G. Correlação entre a atividade antioxidante e os conteúdos de vitamina C e fenólicos totais em frutas tropicais do nordeste brasileiro. In: Congresso Brasileiro de Química. 47, Natal, 2007. **Anais Eletrônicos...** Associação Brasileira de Química, Natal, 2007. Disponível em: <[www.abq.org.br/cbq/2007/trabalhos/10/10-515-647.htm](http://www.abq.org.br/cbq/2007/trabalhos/10/10-515-647.htm)> Acesso em: 15 jan. 2009.

SOUZA, L. M. **Algumas características físicas e químicas de mamões (*Carica papaya* L.) dos grupos Formosa (tainung 01) e Solo (golden), com ou sem mancha fisiológica, colhidos em diferentes estádios de maturação.** 2004. 86 pg. 1v. Dissertação. (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos, 2004.

SOUZA, M. S.; RIBAS, K. F.; GIOVANINNI, GOMES FILHO, A.; OLIVEIRA, J. G. Alterações na qualidade de frutos de mamão (*Carica papaya*. cvs. *Tainung* 01 e *Golden*) submetidos a diferentes épocas de colheita no norte do Espírito Santo. **Papaya Brasil**. 2005. Disponível em: <[http://www.fundagres.org.br/downloads/pi-mamao/2005\\_fisiologia\\_pos\\_colheita\\_04.pdf](http://www.fundagres.org.br/downloads/pi-mamao/2005_fisiologia_pos_colheita_04.pdf)> Acesso em: 08 de dezembro de 2008.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 2 ed. San Diego: Academic Press, 1992. 308 p.

SUGAI, A.Y. **Processamento Contínuo de purê de manga (*Mangifera indica* Linn), variedade Palmer.** 2007. 83 p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

TAVARES, J. T. Q. SILVA, C. L.; CARVALHO, L. A.; SILVA, M. A.; SANTOS, C. M. G. Estabilidade do ácido ascórbico em suco de laranja submetido a diferentes tratamentos. **Magistra**, Bahia, v. 12, n. 1/2, 2000. Disponível em: <<http://www.magistra.ufrb.edu.br/publica/magist12/00-12-01c.html>> Acesso em: 12 jan. 2008.

TEIXEIRA, G. H. A.; DURINGAN, J.F.; MATTIUZ, B.-H.; ROSSI JÚNIOR, O. D. Processamento mínimo de mamão 'formosa'. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 21, n.1, p. 47-50, 2001.

TEIXEIRA, G. H. A.; SOUZA, B. S. Cultura do mamoeiro: Aproveitamento de subprodutos. **Revista Toda Fruta** (Eletrônica). Disponível em: <[http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=6282](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=6282)> Acesso em: 13 de dezembro de 2007.

THURNHAM, D.I.; NORTHROP-CLEWES, C.A. Optimal Nutrition: vitamin A and the carotenoids. **Proceedings of the Nutrition Society**, n. 58, p. 449-457, 1999.

TOCCHINI, R. P.; NISIDA, A. L. A. C.; DE MARTIN, Z. J. **Industrialização de polpas, sucos e néctares de frutas**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1995. 85 p. (Manual)

TOLEDO, R. T. **Fundamentals of Food Process Engineering**, 3.ed. Georgia: Springer, 2007



VAN DEN BROECK, I. ; LUDI KHUYZE, L. R.; WEEMAES, C. A.; VAN LOEY, A. M.; HENDRICKX, E. M. Thermal inactivation kinetics of pectinesterase extracted from oranges. **Journal of Food Processing Preservation**, 23, p. 391-406, 1999.

VANDRESEN, S. **Caracterização físico-química e comportamento reológico de sucos de cenoura e laranja e suas misturas**. 2007. 133 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

VAN HET HOF, K. H.; WEST C. E.; WESTSTRATE J.A.; HAUTVAST J.G.A.J. Dietary factors that affect the bioavailability of carotenoids. **The Journal of Nutrition**, n.130, p. 503-506, 2000.

VERSTEEG, C., ROMBOOTS, F.M., SPAANSEN, C.H. and PILNIK, W. Thermostability and orange juice cloud destabilizing properties of multiple pectinesterases from orange **Journal Food Science**, v. 45, p. 969-998. 1980.

VINCI, G.; BOTRE, F.; MELE, G.; RUGGIERI, G. Ascorbic acid in exotic fruits: a liquid chromatographic investigation. **Food Chemistry**, n. 53, p. 211–214, 1995.

VON DOERING, W.; SOTIRIOU-LEVENTIST, C.; ROTH, W. R. Thermal interconversions among 15-cis-, 13-cis-, and all-trans-.beta.-carotene: kinetics, arrhenius parameters, thermochemistry, and potential relevance to anticarcinogenicity of all-trans-.beta.-carotene. **Journal of American Chemical Society**, v.117, p. 2747-2757, 1995.

WALL, M. M. Ascorbic acid, vitamin A, and mineral composition of banana (*Musa sp.*) and papaya (*Carica papaya*) cultivars grown in Hawaii. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.19, p. 434-445, 2006.

WEISBURGER, J.H. Lycopene and tomato products en health promotion: mediterranean diet in disease prevention. **Experimental Biology and Medicine**, New York, v.227, n.10, p. 924-927, 2002.

WESTAD, F.; HERSLETH M.; LEA P. Strategies for consumer segmentation with applications on preference data. **Food Quality and Preference**, v. 15, n.7-8, p. 681-687, 2004.

WINTERHALTER, P.; KATZENBERGER, D.; SCHREIER, P. 6,7-Epoxy-linalool and related oxygenated terpenoids from *Carica papaya* fruit. **Phytochemistry**, v. 25, p.1347–1350, 1986.

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

YEUM, K. L.; RUSSEL, R. M. Carotenoid bioavailability and conversion. **Annual Review of Nutrition**, v. 22, p. 483-504, jul. 2002.

ZHOU, C.-H.; XU, C.- J.; SUN, C.- D.; LI, X. CHEN, K.-S. Carotenoids in White- and Red-Fleshed Loquat Fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 19, p. 7822-7830, 2008.

## ANEXOS

**Anexo A - Ficha eletrônica utilizada nos testes de aceitação e intenção de compra do néctar de mamão**

**Anexo B - Ficha eletrônica utilizada no questionário sócio-demográfico dos participantes da análise sensorial**

**Anexo C - Cromatograma característico da análise de açúcares**

**Anexo D - Cromatograma característico da análise de vitamina B<sub>2</sub>**

**Anexo E - Cromatograma característico da análise de vitamina B<sub>1</sub>**

**Anexo F - Cromatograma característico da análise de vitamina C**

**Anexo G - Quadro sócio-demográfico dos participantes da análise sensorial**

**Anexo H - Dendograma referente à segmentação de consumidores em relação à aceitação das amostras**

**Anexo I - Dendograma referente à segmentação de consumidores em relação à intenção de compra**

**Anexo J - Tabelas da análise de variância**

## Anexo A – Ficha eletrônica utilizada nos testes de aceitação e intenção de compra do néctar de mamão

Fizz - [Fizzterm 0]

Ação File Elements Sessions Options Windows Help

Você está recebendo uma amostra de Néctar de Mamão. Por favor, prove-a e marque na escala abaixo o quanto você gostou dessa amostra.

Desgostei extremamente  Desgostei muito  Desgostei regularmente  Desgostei ligeiramente  Não gostei nem desgostei  Gostei ligeiramente  Gostei regularmente  Gostei muito  Gostei extremamente

487

Você compraria este produto?

Definitivamente não compraria  Talvez comprasse talvez não comprasse  Definitivamente compraria

Com que frequência você consome mamão?

Nunca  
 Raramente  
 Esporadicamente  
 Frequentemente  
 Diariamente

Próxima página

## Anexo B – Ficha eletrônica utilizada no questionário sócio-demográfico dos participantes da análise sensorial

The screenshot shows a software application window titled "Fizz - [Fizzterm 0]". The window has a menu bar with "Ação", "File", "Elements", "Sessions", "Options", "Windows", and "Help". Below the menu bar is a toolbar with various icons. The main area of the window contains a questionnaire form with the following fields and options:

**N O M E :** [Text input field] **K**

**S E X O :**

- FEMININO
- MASCULINO

**I D A D E :**

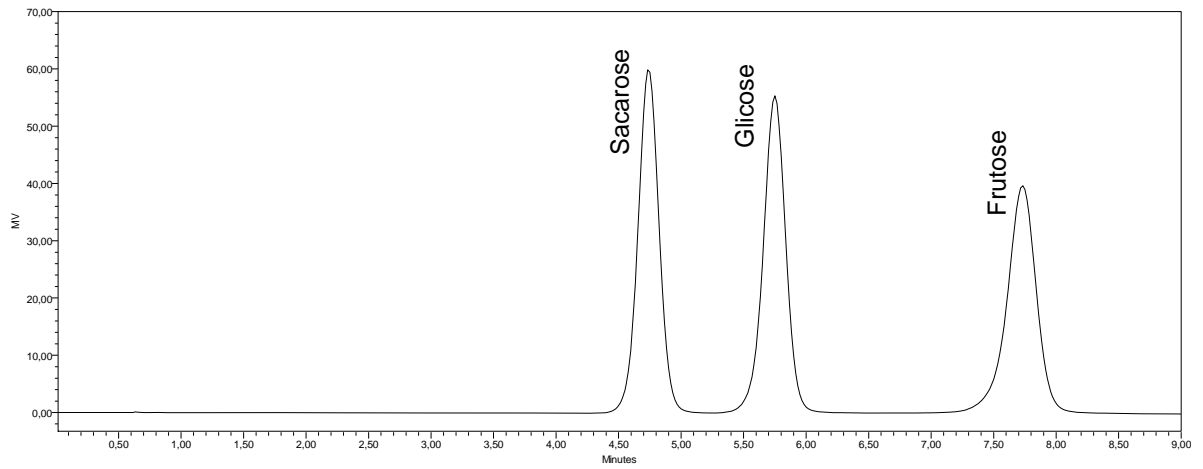
- 18-24 anos
- 25 - 35 anos
- 36-45 anos
- 46-60 anos
- >60 anos

**R E N D A F A M I L I A R :**

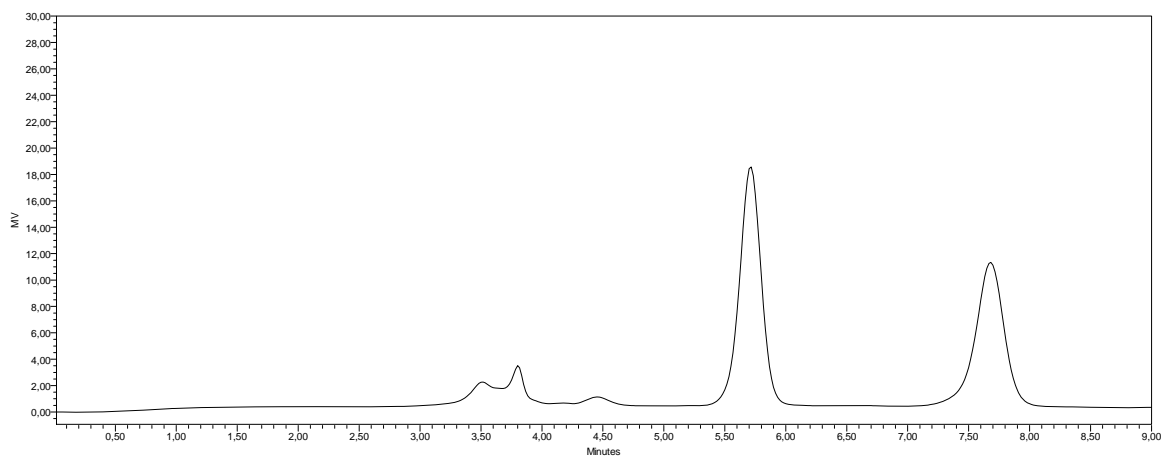
- 1 a 5 salários mínimos
- 5 a 10 salários mínimos
- 10 a 20 salários mínimos
- 20 a 30 salários mínimos
- Mais do que 30 salários

At the bottom of the form, there are two buttons: "Página anterior" on the left and "Próxima página" on the right.

## Anexo C - Cromatograma característico da análise de açúcares



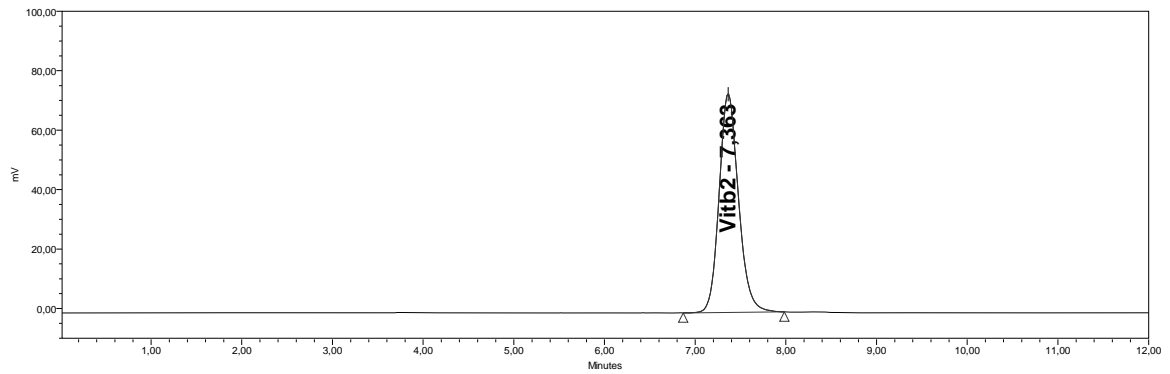
(a)



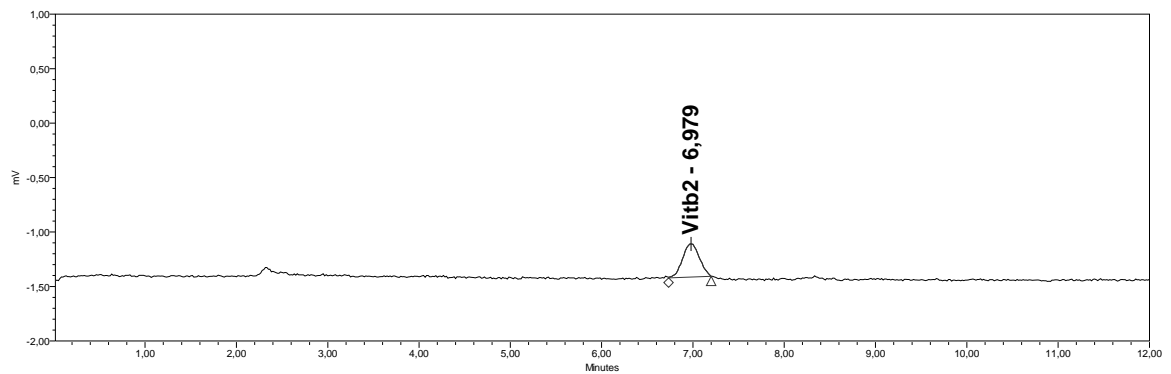
(b)

**Figura C1.** Perfil cromatográfico da solução padrão de açúcares (a) e da amostra de polpa de mamão *in natura* (b)

## Anexo D - Cromatograma característico da análise de vitamina B2



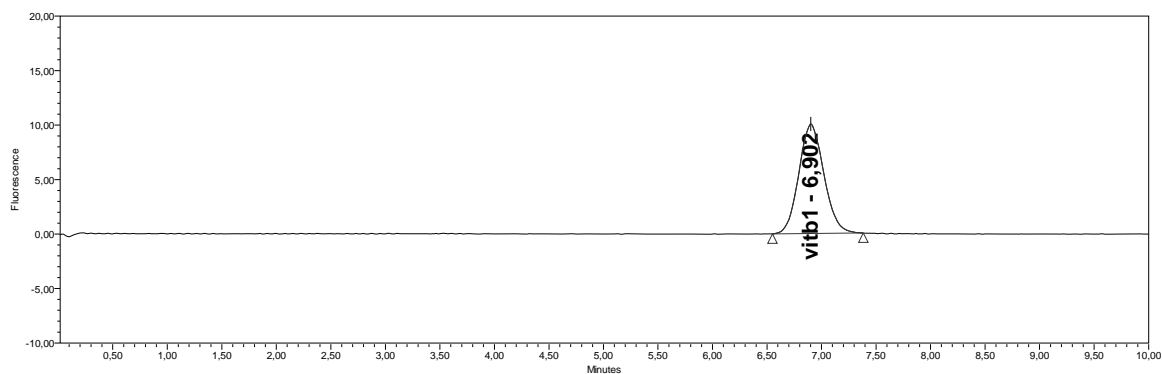
(a)



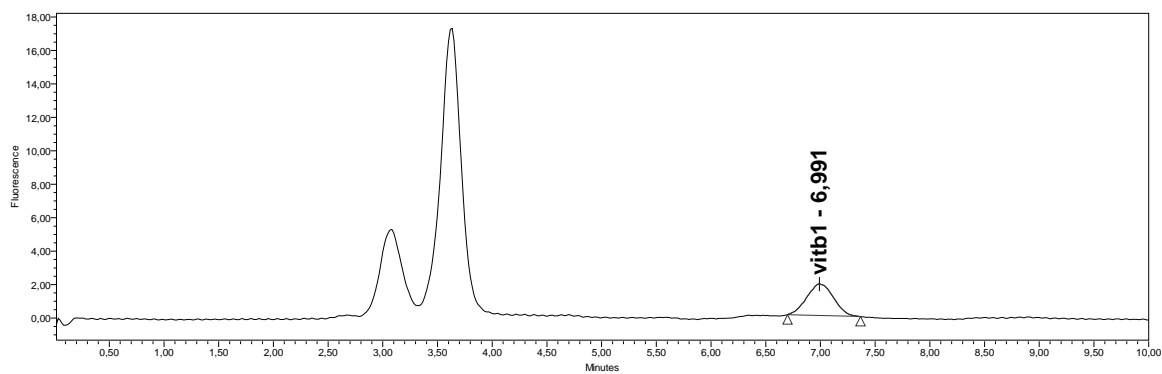
(b)

**Figura D1.** Perfil cromatográfico referente ao ponto 5 de 11 da curva de calibração do padrão de vitamina B<sub>2</sub> (a) e da amostra de polpa de mamão pasteurizada a 75°C / 60 s (b)

## Anexo E – Cromatograma característico da análise de vitamina B1



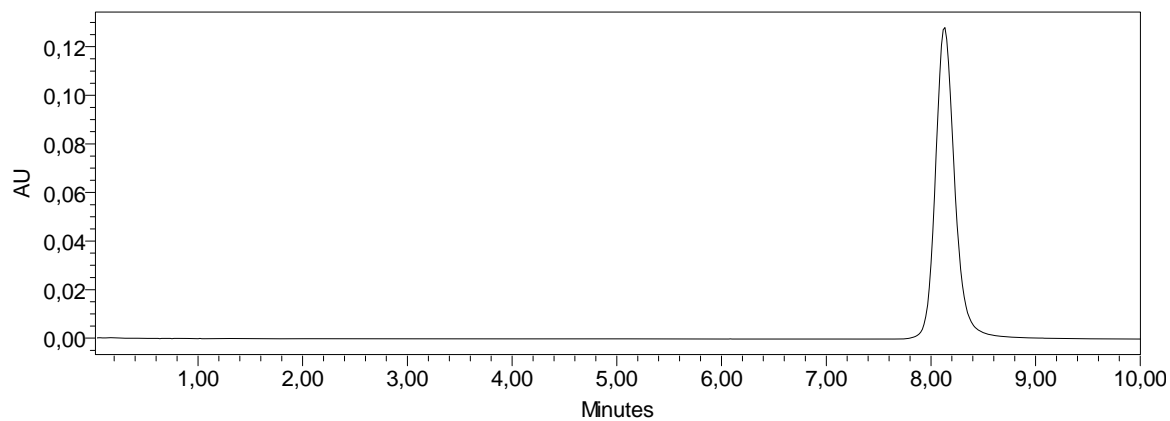
(a)



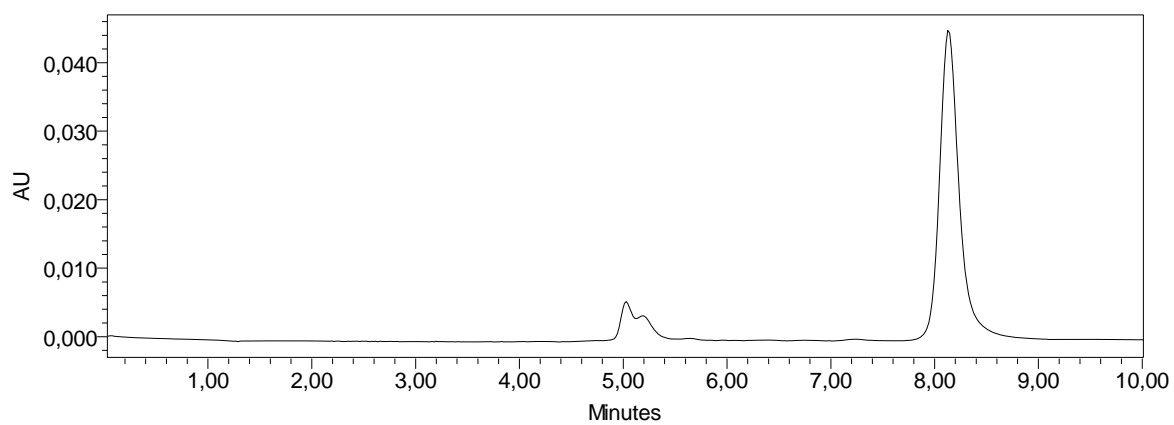
(b)

**Figura E1.** Perfil cromatográfico referente ao ponto 5 de 11 da curva de calibração do padrão de vitamina B<sub>1</sub> (a) e da amostra de polpa de mamão *in natura* (b)

**Anexo F – Cromatograma característico da análise de vitamina C**



(a)



(b)

**Figura F1.** Perfil cromatográfico do padrão de vitamina C (a) e da amostra de polpa de mamão *in natura* (b)



## Anexo G. Quadro sócio-demográfico dos participantes da análise sensorial

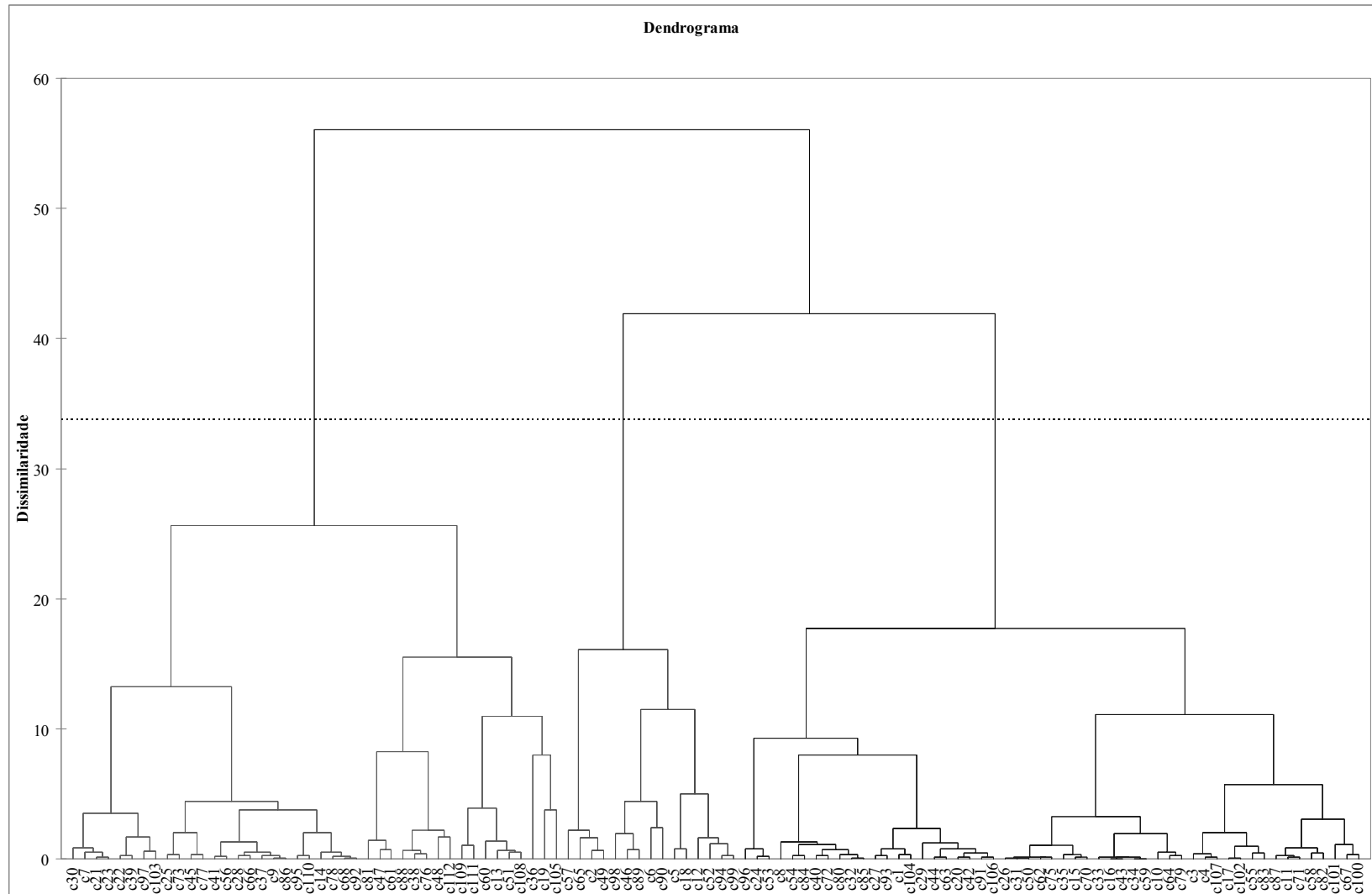
**Quadro G1.** Características sócio-demográficas dos consumidores participantes

<b>Variáveis Sócio-Demográficas</b>	<b>Total (n=112) %</b>	<b>Segmento 1 (n=54) %</b>	<b>Segmento 2 (n=11) %</b>	<b>Segmento 3 (n=47) %</b>
<b><i>Sexo</i></b>				
Masculino	37,5	35,2	45,5	38,3
Feminino	62,5	64,8	54,5	61,7
<b><i>Faixa etária</i></b>				
18 - 24 anos	36,6	40,7	36,4	31,9
25 - 35 anos	29,5	37,0	27,3	21,3
36 - 45 anos	27,7	22,2	36,4	31,9
45 - 60 anos	5,4	0,0	0,0	12,8
> 60 anos	0,9	0,0	0,0	2,1
<b><i>Renda familiar</i></b>				
1 - 5 s. m.*	23,2	16,7	36,4	27,7
5- 10 s. m.	37,5	40,7	18,2	38,3
10 - 20 s. m.	21,4	25,9	36,4	12,8
20 - 30 s. m.	15,2	13,0	9,1	19,1
> 30 s. m.	2,7	3,7	0,0	2,1
<b><i>Frequência de consumo</i></b>				
Nunca	2,7	3,7	0,0	2,1
Raramente	12,5	7,4	18,2	17,0
Exporadicamente	35,7	42,6	9,1	34,0
Frequentemente	32,1	31,5	63,6	25,5
Diariamente	17,0	14,8	9,1	21,3

\*s.m. – salário mínimo = R\$ 415,00 em dezembro de 2008



# Anexo I - Dendrograma referente à segmentação de consumidores em relação à intenção de compra



## Anexo J – Tabelas da análise de variância

**Tabela J1.** Análise de variância para o pH referente às diferentes condições de processo estabelecidas pelo planejamento fatorial

	Soma dos Quadrados	Grau de Liberdade	Quadrado Médio	F	Valor p
<b>Curvatura</b>	0.019201	1	0.019201	20.57270	0.045329
<b>(1)Temperatura</b>	0.000225	1	0.000225	0.24107	0.672022
<b>(2)Tempo</b>	0.004225	1	0.004225	4.52679	0.167191
<b>1 by 2</b>	0.009025	1	0.009025	9.66964	0.089717
<b>Erro Puro</b>	0.001867	2	0.000933		
<b>Total Soma dos Quadrados</b>	0.034543	6			

ANOVA; Var.:pH; R-sqr=.94596; Adj:.83788 (ph brix e acidez) 2\*\*(2-0) design; MS Pure Error=.0009333 DV: pH

**Tabela J2.** Análise de variância para o teor de sólidos solúveis referente às diferentes condições de processo estabelecidas pelo planejamento fatorial

	Soma dos Quadrados	Grau de Liberdade	Quadrado Médio	F	Valor p
<b>Curvatura</b>	0.000476	1	0.000476	0.020408	0.899496
<b>(1)Temperatura</b>	0.010000	1	0.010000	0.428571	0.579916
<b>(2)Tempo</b>	0.010000	1	0.010000	0.428571	0.579916
<b>1 by 2</b>	0.010000	1	0.010000	0.428571	0.579916
<b>Erro Puro</b>	0.046667	2	0.023333		
<b>Total Soma dos Quadrados</b>	0.077143	6			

ANOVA; Var.:Brix; R-sqr=.39506; Adj:0. (ph brix e acidez) 2\*\*(2-0) design; MS Pure Error=.0233333 DV: Brix

**Tabela J 3.** Análise de variância para acidez titulável referente às diferentes condições de processo estabelecidas pelo planejamento fatorial

	Soma dos Quadrados	Grau de Liberdade	Quadrado Médio	F	Valor p
<b>Curvatura</b>	0.000630	1	0.000630	18.89286	0.049067
<b>(1)Temperatura</b>	0.000025	1	0.000025	0.75000	0.477767
<b>(2)Tempo</b>	0.000025	1	0.000025	0.75000	0.477767
<b>1 by 2</b>	0.000025	1	0.000025	0.75000	0.477767
<b>Erro Puro</b>	0.000067	2	0.000033		
<b>Total Soma dos Quadrados</b>	0.000771	6			

ANOVA; Var.:acidez; R-sqr=.91358; Adj:.74074 (ph brix e acidez) 2\*\*(2-0) design; MS Pure Error=.0000333 DV: acidez

**Continuação Anexo J – Tabelas da análise de variância**

**Tabela J4.** Análise de variância para redução da atividade da pectinesterase referente às diferentes condições de processo estabelecidas pelo planejamento fatorial

	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>Grau de Liberdade</b>	<b>Quadrado Médio</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>
Curvatura	27.899	1	27.899	8.408	0.101197
(1)Temperatura	3487.493	1	3487.493	1051.072	0.000950
(2)Tempo	5.221	1	5.221	1.574	0.336420
1 by 2	0.403	1	0.403	0.122	0.760663
Erro Puro	6.636	2	3.318		
<b>Total Soma dos Quadrados</b>	<b>3527.653</b>	<b>6</b>			

ANOVA; Var.: Redução Atividade Pectinesterase; R-sqr=.99812; Adj:.99436 (pme) 2\*\*(2-0) design; MS Pure Error=3.318033 DV: Redução da Atividade Pectinesterase

**Tabela J5.** Análise de variância para carotenóides totais, referente às diferentes condições de processo estabelecidas pelo planejamento fatorial

	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>Grau de Liberdade</b>	<b>Quadrado Médio</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Curvatura</b>	80167.0	1	80166.96	5.280048	0.148368
<b>(1)Temperatura</b>	20022.2	1	20022.25	1.318728	0.369635
<b>(2)Tempo</b>	22650.3	1	22650.25	1.491817	0.346370
<b>1 by 2</b>	210.3	1	210.25	0.013848	0.917077
<b>Erro Puro</b>	30366.0	2	15183.00		
<b>Total Soma dos Quadrados</b>	<b>153415.7</b>	<b>6</b>			

ANOVA; Var.:Carotenóides Totais; R-sqr=.80207; Adj:.4062 (carotenóides) 2\*\*(2-0) design; MS Pure Error=15183. DV: Carotenóides Totais

**Tabela J6.** Análise de variância para glicose referente às diferentes condições de processo estabelecidas pelo planejamento fatorial

	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>Grau de Liberdade</b>	<b>Quadrado Médio</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Curvatura</b>	1.044300	1	1.044300	43.15289	0.096173
<b>(1)Temperatura</b>	0.062500	1	0.062500	2.58264	0.354357
<b>(2)Tempo</b>	0.040000	1	0.040000	1.65289	0.420849
<b>1 by 2</b>	0.003600	1	0.003600	0.14876	0.765652
<b>Erro Puro</b>	0.024200	1	0.024200		
<b>Total Soma dos Quadrados</b>	<b>1.174600</b>	<b>5</b>			

ANOVA; Var.:Glicose; R-sqr=.9794; Adj:.89699 (açúcares com 2 pontos centrais) 2\*\*(2-0) design; MS Pure Error=.0242 DV: Glicose

**Continuação Anexo J – Tabelas da análise de variância**

**Tabela J7.** Análise de variância para frutose, referente às diferentes condições de processo estabelecidas pelo planejamento fatorial

	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>Grau de Liberdade</b>	<b>Quadrado Médio</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Curvatura</b>	0.755008	1	0.755008	26.21557	0.122791
<b>(1)Temperatura</b>	0.081225	1	0.081225	2.82031	0.341912
<b>(2)Tempo</b>	0.024025	1	0.024025	0.83420	0.528812
<b>1 by 2</b>	0.003025	1	0.003025	0.10503	0.800478
<b>Erro Puro</b>	0.028800	1	0.028800		
<b>Total Soma dos Quadrados</b>	0.755008	1	0.755008	26.21557	0.122791

ANOVA; Var.:Frutose; R-sqr=.96772; Adj:.83858 (açúcares com 2 pontos centrais) 2\*\*(2-0) design; MS Pure Error=.0288 DV: Frutose

**Tabela J8.** Análise de variância para vitamina C, referente às diferentes condições de processo estabelecidas pelo planejamento fatorial

	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>Grau de Liberdade</b>	<b>Quadrado Médio</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Curvatura</b>	8.69143	1	8.69143	2.153673	0.279932
<b>(1)Temperatura</b>	3.45960	1	3.45960	0.857263	0.452251
<b>(2)Tempo</b>	4.97290	1	4.97290	1.232248	0.382557
<b>1 by 2</b>	22.46760	1	22.46760	5.567305	0.142267
<b>Erro Puro</b>	8.07127	2	4.03563		
<b>Total Soma dos Quadrados</b>	47.66280	6			

ANOVA; Var.:Vitamina C; R-sqr=.83066; Adj:.49198 (design b1 e c) 2\*\*(2-0) design; MS Pure Error=4.035633 DV: Vitamina C

**Tabela J9.** Análise de variância para vitamina B2, referente às diferentes condições de processo estabelecidas pelo planejamento fatorial

	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>Grau de Liberdade</b>	<b>Quadrado Médio</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Curvatura</b>	0.000014	1	0.000014	0.235918	0.675172
<b>(1)Temperatura</b>	0.000000	1	0.000000	0.000000	1.000000
<b>(2)Tempo</b>	0.000004	1	0.000004	0.068571	0.817931
<b>1 by 2</b>	0.000169	1	0.000169	2.897143	0.230846
<b>Erro Puro</b>	0.000117	2	0.000058		
<b>Total Soma dos Quadrados</b>	0.000014	1	0.000014	0.235918	0.675172

ANOVA; Var.:Vitamina B2; R-sqr=.61551; Adj:0. (Design B2) 2\*\*(2-0) design; MS Pure Error=.0000583 DV: Vitamina B2

**Continuação Anexo J – Tabelas da análise de variância**

**Tabela J10.** Análise de variância para vitamina B1, referente às diferentes condições de processo estabelecidas pelo planejamento fatorial

	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>Grau de Liberdade</b>	<b>Quadrado Médio</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Curvatura</b>	0.000000	1	0.000000	0.035714	0.867547
<b>(1)Temperatura</b>	0.000002	1	0.000002	0.750000	0.477767
<b>(2)Tempo</b>	0.000000	1	0.000000	0.083333	0.800000
<b>1 by 2</b>	0.000012	1	0.000012	4.083333	0.180712
<b>Erro Puro</b>	0.000006	2	0.000003		
<b>Total Soma dos Quadrados</b>	0.000021	6			

ANOVA; Var.:b1; R-sqr=.71233; Adj.:13699 (b1) 2\*\*(2-0) design; MS Pure Error=.000003 DV: b1

**Tabela J11.** Análise de variância para atividade antioxidante, referente às diferentes condições de processo estabelecidas pelo planejamento fatorial

	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>Grau de Liberdade</b>	<b>Quadrado Médio</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Curvatura</b>	0.001458	1	0.001458	0.061707	0.826997
<b>(1)Temperatura</b>	0.024025	1	0.024025	1.016573	0.419486
<b>(2)Tempo</b>	0.005625	1	0.005625	0.238011	0.673887
<b>1 by 2</b>	0.000225	1	0.000225	0.009520	0.931169
<b>Erro Puro</b>	0.047267	2	0.023633		
<b>Total Soma dos Quadrados</b>	0.078600	6			

ANOVA; Var.:teac; R-sqr=.39864; Adj:0. (design teac) 2\*\*(2-0) design; MS Pure Error=.0236333 DV: teac

**Tabela J12.** Análise de variância para compostos fenólicos, referente às diferentes condições de processo estabelecidas pelo planejamento fatorial

	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>Grau de Liberdade</b>	<b>Quadrado Médio</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Curvatura</b>	0.940858	1	0.940858	1.279325	0.375405
<b>(1)Temperatura</b>	1.134225	1	1.134225	1.542254	0.340161
<b>(2)Tempo</b>	3.822025	1	3.822025	5.196970	0.150232
<b>1 by 2</b>	0.034225	1	0.034225	0.046537	0.849204
<b>Erro Puro</b>	1.470867	2	0.735433		
<b>Total Soma dos Quadrados</b>	7.402200	6			

ANOVA; Var.:fenólicos; R-sqr=.80129; Adj.:40388 (design fenólicos) 2\*\*(2-0) design; MS Pure Error=.7354333 DV: fenólicos

**Continuação Anexo J – Tabelas da análise de variância**

**Tabela J13.** Análise de variância para Luminosidade (*L*), referente às diferentes condições de processo estabelecidas pelo planejamento fatorial

	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>Grau de Liberdade</b>	<b>Quadrado Médio</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Curvatura</b>	1.134019	1	1.134019	2.464009	0.257052
<b>(1)Temperatura</b>	0.864900	1	0.864900	1.879264	0.303984
<b>(2)Tempo</b>	0.518400	1	0.518400	1.126385	0.399764
<b>1 by 2</b>	1.464100	1	1.464100	3.181212	0.216425
<b>Erro Puro</b>	0.920467	2	0.460233		
<b>Total Soma dos Quadrados</b>	4.901886	6			

ANOVA; Var.:L; R-sqr=.81222; Adj:.43667 (análise de cor) 2\*\*(2-0) design; MS Pure Error=.4602333 DV: L

**Tabela J14.** Análise de variância para o parâmetro “a”, referente às diferentes condições de processo estabelecidas pelo planejamento fatorial

	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>Grau de Liberdade</b>	<b>Quadrado Médio</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Curvatura</b>	0.771458	1	0.771458	7.837369	0.107423
<b>(1)Temperatura</b>	0.093025	1	0.093025	0.945056	0.433523
<b>(2)Tempo</b>	0.189225	1	0.189225	1.922367	0.299926
<b>1 by 2</b>	0.009025	1	0.009025	0.091686	0.790635
<b>Erro Puro</b>	0.196867	2	0.098433		
<b>Total Soma dos Quadrados</b>	1.259600	6			

ANOVA; Var.:a; R-sqr=.84371; Adj:.53112 (análise de cor) 2\*\*(2-0) design; MS Pure Error=.0984333 DV: a

**Tabela J15.** Análise de variância para o parâmetro “b”, referente às diferentes condições de processo estabelecidas pelo planejamento fatorial

	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>Grau de Liberdade</b>	<b>Quadrado Médio</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Curvatura</b>	8.12208	1	8.122076	13.45531	0.066943
<b>(1)Temperatura</b>	0.54760	1	0.547600	0.90717	0.441389
<b>(2)Tempo</b>	1.21000	1	1.210000	2.00453	0.292494
<b>1 by 2</b>	1.58760	1	1.587600	2.63007	0.246315
<b>Erro Puro</b>	1.20727	2	0.603633		
<b>Total Soma dos Quadrados</b>	12.67454	6			

ANOVA; Var.:b; R-sqr=.90475; Adj:.71425 (análise de cor) 2\*\*(2-0) design; MS Pure Error=.6036333 DV: b



**Continuação Anexo J – Tabelas da análise de variância**

**Tabela J16.** Análise de variância para diferença total de cor, referente às diferentes condições de processo estabelecidas pelo planejamento fatorial

	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>Grau de Liberdade</b>	<b>Quadrado Médio</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Curvatura</b>	0.924001	1	0.924001	5.906677	0.135680
<b>(1)Temperatura</b>	0.600625	1	0.600625	3.839495	0.189133
<b>(2)Tempo</b>	0.216225	1	0.216225	1.382218	0.360725
<b>1 by 2</b>	1.010025	1	1.010025	6.456584	0.126216
<b>Erro Puro</b>	0.312867	2	0.156433		
<b>Total Soma dos Quadrados</b>	3.063743	6			

ANOVA; Var.:diferença total de cor; R-sqr=.89788; Adj:.69364 (Design diferença total de cor) 2\*\*(2-0) design; MS Pure Error=.1564333 DV: diferença total de cor